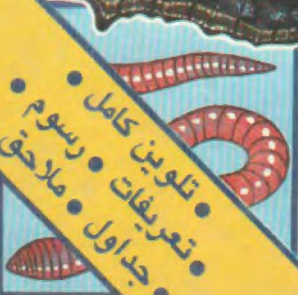
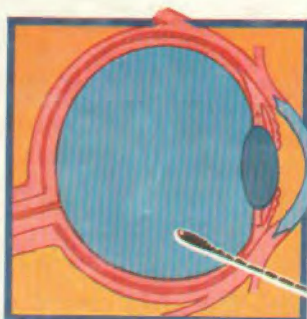


معجم البيولوجيا المصور

انكليزي - عربي



- تلوين كامل
- تعريفات
- رسوم
- جداول
- ملاحق

معجم البيولوجيا المصورة

مكتبة اقرأ الثقافي

للكتب (كوردي - عربي - فارسي)

www.iqra.ahlamontada.com

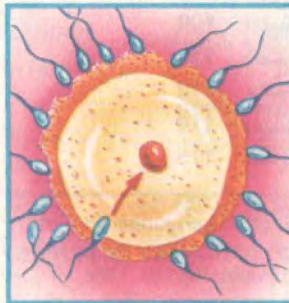
انكليزي - عربي

تأليف كورين ستوكلي

ترجمة د. محمد أحمد شومان
مراجعة وإشراف د. محمد دبس

أكاديمية إنترناشيونال ش.م.م.
ص ب 6669-113
بيروت، لبنان
تلكس 49139 LE KITAB
فاكس 1 212 478 1431

معجم البيولوجيا المصور
الترجمة عن الانكليزية مرخص بها من الناشر الأصلي «أوزبورن»
حقوق الطبع © أكاديمية إنترناشيونال
الفرع العلمي في دار الكتاب العربي
1993، جميع الحقوق محفوظة



أكاديمية

بيروت - لبنان

المحتويات

<p>العضلات 54</p> <p>الأسنان 56</p> <p>الدم 58</p> <p>جهاز دوران الدم 60</p> <p>القلب 62</p> <p>المائع النسيجي والجهاز اللمفاوي 64</p> <p>الجهاز الهضمي 66</p> <p>الغدد 68</p> <p>الجهاز التنفسي 70</p> <p>الجهاز البولي 72</p> <p>الجهاز العصبي المركزي 74</p> <p>وحدات الجهاز العصبي 76</p> <p>الأعصاب والمسالك العصبية 78</p> <p>الجلد 82</p> <p>العينان 84</p> <p>الأذنان 86</p> <p>جهاز التناسل 88</p> <p>النمو والتناسل 90</p> <p style="text-align: center;">قسم عام ثان</p> <p>أنماط التناسل 92</p> <p>الانقسام الخلوي من أجل التناسل 94</p> <p>علم الوراثة 96</p> <p>حركة الموائع (السوائل) 99</p> <p>الغذاء وكيفية استخدامه 100</p> <p>الاستقلاب 102</p> <p>الطاقة من أجل الحياة والاستتباب 104</p> <p>الاستتباب 105</p> <p>الهormونات 106</p> <p>العصارات الهضمية والأنزيمات 108</p> <p>الفيتامينات وفوائدها 109</p> <p>تصنيف الكائنات الحية 110</p> <p>عالم الحيوان 112</p> <p>مصطلحات غير رسمية 114</p> <p>مسرد المصطلحات 115</p>	<p style="text-align: center;">قسم عام أول</p> <p>الأحياء وبيئتها 4</p> <p>في داخل النظام البيئي 6</p> <p>الحياة والدورات الحياتية 8</p> <p>بنية الكائنات الحية 10</p> <p>إنقسام الخلية 12</p> <p style="text-align: center;">النباتات</p> <p>النباتات الوعائية 14</p> <p>الجدوع والجذور 16</p> <p>في داخل النبات المعمر 18</p> <p>الأوراق 20</p> <p>أنواع الورق المركب 22</p> <p>حساسية النبات 23</p> <p>نقل السوائل النباتية 24</p> <p>إنتاج غذاء النبات 26</p> <p>الأزهار 28</p> <p>التكاثر في النباتات المزهرة 30</p> <p>أنواع الأزهار وتشكيلاتها 31</p> <p>البذور والإنتاش 32</p> <p>الثمار/ التكاثر الخضري 34</p> <p style="text-align: center;">الحيوانات</p> <p>تركيب أجسام الحيوانات 36</p> <p>كسَى أجسام الحيوانات 38</p> <p>حركة الحيوانات 40</p> <p>إغذاء الحيوانات 42</p> <p>تنفس الحيوانات 44</p> <p>الإفراغ عند الحيوانات 45</p> <p>حواس الحيوانات واتصالها 46</p> <p>تناسل الحيوانات 48</p> <p style="text-align: center;">الإنسان</p> <p>الهيكل العظمي 50</p> <p>المفاصل والعظم 52</p>
---	---

عن هذا المعجم

البيولوجيا أو علم الأحياء علم يبحث في الكائنات الحية. ويمكن تقسيمه إلى قسمين رئيسيين هما: علم النبات وعلم الحيوان. وينقسم هذا الكتاب بدوره إلى خمسة أقسام ملونة بحسب المواضيع هي:

وفي العديد من الحالات تنطبق مصطلحات هذا القسم على الحيوانات التي تنتمي إلى الزمرة التصنيفية نفسها التي ينتمي إليها الإنسان

القسم الأسود والأبيض

مصطلحاته على مختلف أنواع الكائنات الحية وأنماطها. ويحتوي على لوحات وجداول مرتبطة ارتباطاً مباشراً بمواضيع سبق أن ورد ذكرها في الكتاب، بالإضافة إلى جداول التصنيف السابقة.

مدخل عام يتعلق

القسم الأصفر

بالكائنات الحية جميعاً.

خاص بعلم النبات،

القسم الأزرق

ويضم تعريفات تتعلق بالنباتات.

القسم الأول من علم

القسم الأخضر

الحيوان، ويتعلق بحيوانات مختلفة ومتنوعة.

القسم الثاني لعلم الحيوان،

القسم الأحمر

ويتضمن مصطلحات في علم حياة الإنسان.

كيف تستخدم هذا المعجم

يمكن استخدام هذا الكتاب قاموساً أو دليلاً للمراجعة. وقد رتب فيه التعريفات حسب الموضوعات، أي أن كل الكلمات التي لها علاقة بنفس الموضوع جمعت معاً في صفحتين متقابلتين في معظم الحالات. وهناك لائحة بهذه الموضوعات في المحتويات في الصفحة 2. ويشكل المسرد في الصفحات 115-127 القسم المرجعي للقاموس. وهو قائمة الفبائية بكل التعريفات الواردة في الكتاب مرفقة بأرقام صفحات المداخل الأساسية والمداخل الفرعية.

مفتاح استخدام المعجم

4. هناك الكثير من الكلمات التي كتبت بحروف سوداء، وهي إما أن تكون معرفة حيثما ظهرت، أو أن تعريفاتها موجودة في مكان آخر على الصفحتين المتقابلتين.

5. إذا وردت نجمة (*) فوق كلمة سوداء، فذلك يعني أن هذه الكلمة معرفة في مكان آخر من الكتاب، وأنها واردة في الحاشية في أسفل الصفحة.

6. أنواع الحواشي المستعملة:
(*) الأغشية 30 (المبايض): الثغير، القلم 29:
النواة 10.

(أ) يمكن إيجاد كلمة أغشية integuments في نص التعريف الرئيسي للمدخل مبايض ovules ص 30.

(ب) قد تكون كلمة نوى nuclie (*) (بالجمع) لا كلمة نواة nucleus (*). هي الواردة في النص، لكن تظهر الكلمة بالمفرد لأنها المدخل الوارد في الصفحة 10.

1. يسبق كل تعريف رئيسي نقطة سوداء كبيرة، وتكتب كلمة المدخل الانكليزي ومقابله العربي بحروف سوداء. مثال ذلك:

• السيتوبلازما cytoplasm.

2. يتبع المصطلح الإنكليزي مفردة أو جمعه (إن لم يكن الجمع يتم بإضافة حرف S). مثال ذلك:

• ثغيرات stomata (مفردهما stoma).

3. ترد المرادفات أيضاً بعد الكلمة مباشرة. مثال ذلك:

• الأرومات اللاسعة cnidoblasts أو الخلايا الخيطية thread cells. (مرادف واحد).

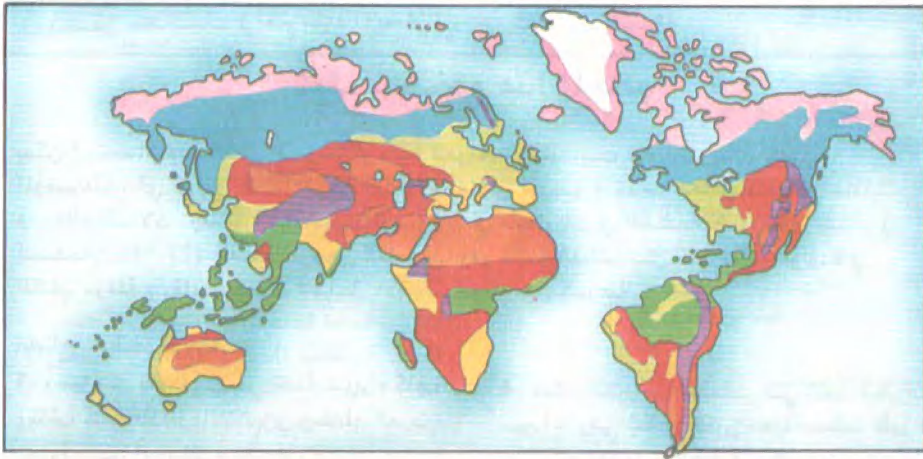
• خلايا الدم الحمراء red blood cells. تسمى أيضاً الكريات الدموية الحمراء red corpuscles أو erythrocytes (عدة مرادفات).

الأحياء وبيئتها

يمكن تقسيم العالم إلى عدد من المناطق المختلفة، لكل منها نباتاتها وحيواناتها الخاصة، التي تكيفت مع محيطها أو بيئتها environment (أنظر الإشعاع التكيفي adaptive radiation ص 9)، وتداخلت حياتها تداخلاً شديداً في نسيج معقد من التوافق والتواكل. وتتأثر البيئة بعوامل عديدة ومتنوعة كالحرارة والماء والضوء (العوامل المناخية climatic factors)، وبالخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (العوامل التربئية edaphic factors)، كما تتأثر أيضاً بنشاطات الكائنات الحية (العوامل الحيوية biotic factors). أما دراسة العلاقات القائمة بين النباتات والحيوانات وبين البيئة فهي من اختصاص علم البيئة ecology.

فوق)، وطبقات الصخور الأولى غير المسكونة (من تحت).

● المجال الحيوي biosphere. طبقة الأرض (بما فيها المحيطات والغلاف الجوي) المسكونة بالأحياء، يحدها الغلاف الجوي العلوي (من



رموز للحيومات

■ **السلالنا.** نباتاتها الرئيسية الأعشاب والنبيل، ولكنها تحتوي أشجاراً (حيث ثمة مطر أكثر) من حيواناتها النموذجية الزرافة.

■ **الصحراء.** درجات حرارة مرتفعة (باردة ليلاً) نسبة أمطار متدنية جداً. نباتاتها الغالبة الصبار، ومن حيواناتها الإبل والعقارب.

■ **جبال**

■ **الغابة المغيلة.** صيف حار وشتاء بارد. نباتاتها الغالبة الأشجار المعبلة(*)، أي متساقطة الأوراق، كالزنان، فيها حيوانات كثيرة كالشعالب.

■ **الغابة المدارية.** درجة حرارة مرتفعة طوال السنة. وأمطار غزيرة. تنوع عظيم في النباتات والحيوانات والطيور الغريبة.

■ **جليد**

■ **التوندرة باردة جداً** وشديدة الرياح. الأشنات(*) أكثر نباتاتها انتشاراً. وفيها أيضاً الشجيرات الصغيرة، من حيواناتها ثور المسك.

■ **الغابة المخروطية.** درجة حرارة متدنية طوال السنة. نباتاتها الغالبة المخروطيات(*) كالراتنجية أو البيسية. وأكبر حيواناتها المألوفة الأيل.

■ **مناطق أخرى**

■ **مروج ومراع.** عقيق (غيل maquis).

tropical، والمروج المعتدلة temperate grassland، والسافانا savannah (أي

مراعي المناطق الحارة)، والصحراء. وتسمى معظمها بأسماء نباتاتها الأكثر شيوعاً، لأن بها تتحدد كل الأحياء الأخرى. ويعتبر كل حيوم موطناً habitat (أو موطناً واسعاً macrohabitat).

● **الحيومات biomes** هي المناطق البيئية الرئيسية التي ينقسم إليها سطح اليابسة. ولكل حيوم فصوله المميزة وطول نهاره وكمية هطول أمطاره ودرجات حرارته القصوى والدنيا. والحيومات الرئيسية هي التوندرة tundra، والغابة المخروطية coniferous، والغابة المعبلة deciduous، والغابة المدارية

(*) الأشنات (المتعايشان) 114: المخروطيات 111: المعبلات 8.

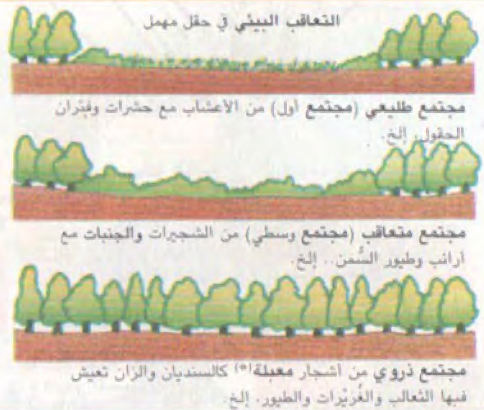


● **الموطن habitat**، هو الموطن الطبيعي لمجموعة من الأحياء أو لكائن حي واحد. وثمة موطن صغيرة من ضمن الموطن الكبيرة، كالأنهار في حيوم الغابات المعبلة. وتدعى الموطن الصغيرة المتخصصة الموطن الدقيقة **microhabitats**، مثل الأشجار المتحللة.

● **المجتمع community**، هو مجموعة من النباتات والحيوانات التي تقطن موطناً بعينه، ويتفاعل بعضها مع بعض ومع بيئته.

● **التعاقب البيئي ecological succession**

succession، عملية تحدث متى استعمرت مساحة جديدة من اليابسة، كأرض غابة بعد احتراقها، أو حقل زراعي أهمل فترة دون حرث، أو موقع ما مدمر ترك بغير استعمال. مع مضي السنين تتعاقب أنماط النباتات المختلفة (والحيوانات التي ترافقها)، واحداً بعد الآخر، حتى تبلغ ما يسمى المجتمع الأوجي **community climax**، وهو مجتمع متماسك جداً ومستقر يعيش طويلاً دون أن يتغير طالما استمرت الظروف التي أدت إلى نشوئه (المناخ مثلاً).



● **المورد البيئي ecological niche**

niche، مكان في النظام البيئي يحتله النبات أو الحيوان ويشكل له مورداً للغذاء أو حيزاً للعيش. وينص مبدأ غاوس **Gause's principle** على أنه لا يمكن لنوعين من الكائنات أن يشغلا المورد البيئي نفسه في الوقت نفسه (وإذا حاولا، فلا بد أن يفنى أحدهما أو ينسحب)، مثال ذلك، يعيش الكروان



والزرقاق الرمادي حول مصبات الأنهار البريطانية (خلال فصل الشتاء) فيقتاتان الديان والبراق، بيد أنهما يسكنان موردين مختلفين في الحقيقة. فالكروان يخوض المياه الضحلة ويسبر غور أرض النهر بحثاً عن غذائه بمنقاره الطويل. أما الزرقاق الرمادي فلا يغادر اليابسة ويتغذى بما يلتقط عن سطحها بمنقاره القصير جداً. ومع

في داخل النظام البيئي

يحتوي النظام البيئي ecosystem على مجموعة (مجتمع) (*) community من الحيوانات والنباتات التي يتفاعل بعضها مع بعض ومع بيئته لتشكيل وحدة بيئية قائمة بذاتها.

• الشبكة الغذائية food web، شبكة معقدة

من السلاسل الغذائية food chains في النظام البيئي. تتألف السلسلة الغذائية من كائنات حية مرتبطة، يعتبر الواحد منها غذاء للكائن الذي يليه. تصنع النباتات غذاءها من مواد غير حية بواسطة التخليق الضوئي (*) photosynthesis (فهي إذن كائنات ذاتية التغذية autotrophic) وتشكل دائماً الحلقات الأولى في السلسلة. أما الحيوانات فلا تستطيع أن تصنع غذاءها (فهي إذن كائنات متباعدة التغذية heterotrophic) ولذلك تعتمد على نشاطات صنع الغذاء التي تقوم بها النباتات.

سلسلة غذائية معقدة
تبين مستويات التغذية



الكائنات المستهلكة الثالثة
أو أكالات اللحوم كالثعلب
عندما تقترب حيواناً لآخر
آخر تحصل على المواد
مانحة الطاقة بطريقة غير
مباشرة من الكائنات
المستهلكة الثانية، أي
حيوانات أكلت حيوانات
أكلت كائنات منتجة
مستوى التغذية غ 4.

الكائنات المستهلكة الثانية
أو الحيوانات اللاحمة
(أكالات اللحوم) كالثعلب
عندما تقترب حيواناً عاشباً
تحصل على المواد مانحة
الطاقة من أيدان الكائنات
المستهلكة الأولى مستوى
التغذية غ 3.

غ 3 وعلى المستوى غ 4
أحياناً أخرى.

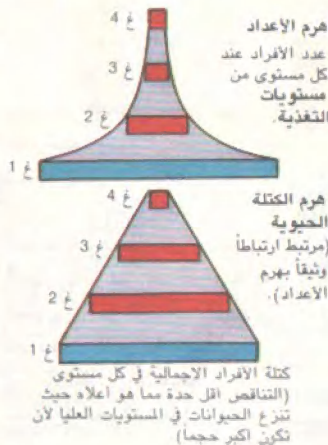
الكائنات المستهلكة الأولى
أو الحيوانات العاشبة
(أكالات النبات) كالآرانب.
تحصل على المواد مانحة
الطاقة مباشرة من الكائنات
المنتجة مستوى التغذية
غ 2.

(2) ثمة أكالات لحوم عديدة
كالثعلب تأكل أكالات عشب
وأكالات لحوم صغيرة. لذا
توضع أحياناً على المستوى

الكائنات المنتجة نباتات
خضراء تصنع غذاءها
الخاص. مستوى التغذية
غ 1.

ملاحظات
(1) القوار: مثلاً الإنسان
الذي يأكل النبات واللحم،
ولذا يوضع أحياناً على
المستوى غ 2 كما يوضع على
غ 3 (أو غ 4) في أحيان
أخرى.

نحصل إلا على جزء يسير من
المادة الأساسية المانحة
للطاقة (أي الجزء الذي
استعملته لبناء أنسجتها
الجديدة). وضياح الطاقة
هذا يعني أنه كلما ارتفع
مستوى التغذية قل عدد
الحيوانات، لأن عليها أن
تأكل كميات أكبر من الغذاء
حتى تحصل على طاقة كافية.
ويسمى هذا المبدأ هرم
الأعداد pyramid of numbers.



• مستوى التغذية trophic level

أو مستوى الطاقة energy level

هو المستوى الذي توضع فيه الكائنات

الحية في داخل السلسلة

الغذائية (انظر الشبكة

الغذائية). ومع كل مستوى

متعاقب أو تال تضع كمية

كبيرة من المادة مانحة

الطاقة. فالأبقار مثلاً تحلل ما

يزيد على نصف العشب

الذي تأكله (لتوفير طاقتها).

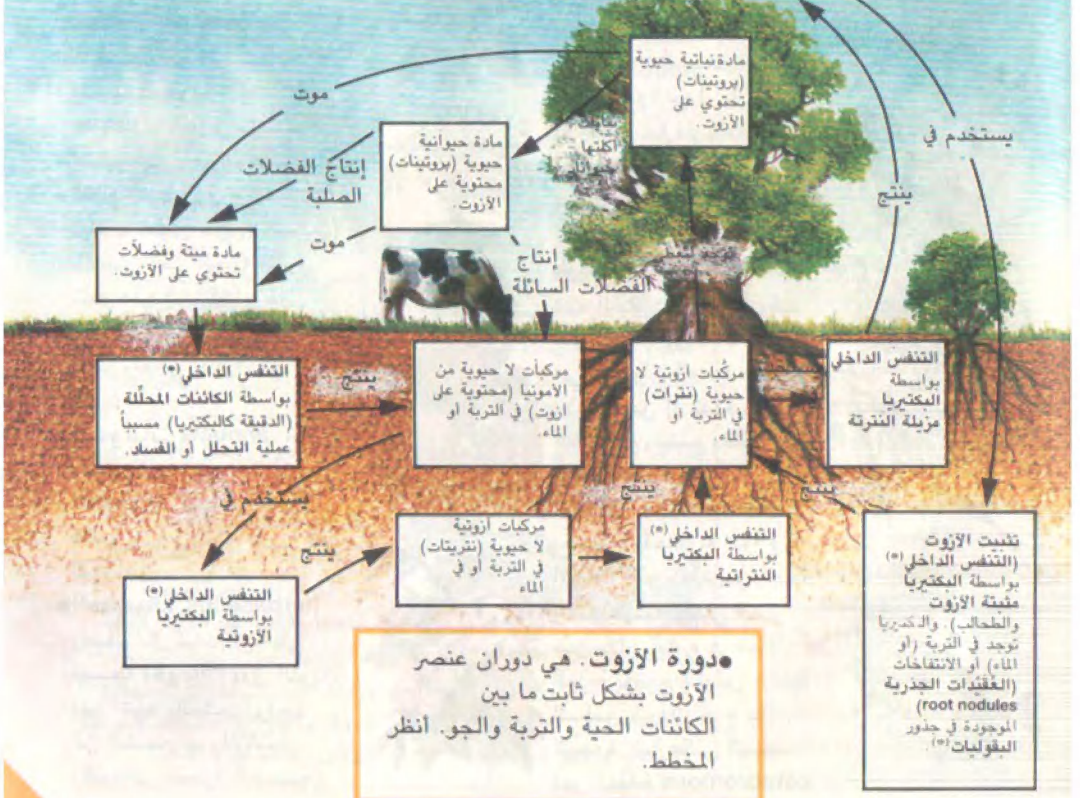
وعندما نأكل لحم البقرة، لا

(*) التخليق الضوئي 26: المجتمع 5.

ثاني اكسيد الكربون في الجو



الأزوت في الجو



الحياة والدورات الحياتية

تتسم كل الكائنات الحية بخصائص الحياة الأساسية نفسها. وهذه الخصائص هي التنفس والابتداء والنمو والحساسية (قابلية الإثارة) والحركة والإفراغ والتكاثر. إن دورة حياة نبات أو حيوان ما هي إلا تطوره من تكوينه حتى موته، مع كل ما يستتبع ذلك من تغيرات (تكون متطرفة في بعض الأحيان - انظر التبدل الشكلي *metamorphosis* ص 49). وفي ما يلي بعض المصطلحات التي تستخدم في جميع النباتات والحيوانات معاً حسب دوراتها الحياتية، أو لوصف خصائص بعض الدورات الحياتية نفسها.



- **المُعْبَلَات deciduous.** مصطلح يُقصد به المعمرات التي تفقد أوراقها اليخضور (*) فتساقط في نهاية كل موسم نمو، كشجر الزان.
- **دائِمَات الخضرة ever-green.** مصطلح يقصد به المعمرات التي لا تتعري من أوراقها في نهاية موسم النمو مثل التنوب.
- **قصيرات الأجل (الزائلات) ephemeral.** نباتات تعيش فترة قصيرة جداً، وهي توجد في أماكن حارة وجافة معظم أوقات السنة (أولعدة سنوات)، فالشروط الصحية المحفزة على النمو لا تدوم طويلاً، ولذا يجب أن تنمو هذه النباتات وتبذر في وقت قصير جداً. إن ذبابة أيار هي الحيوان الوحيد قصير الأجل بحق إذ تدوم حياة البالغة بين بضع دقائق ويوم واحد.
- **الصَّغَاد anadromous.** مصطلح يقصد به أنواع السمك التي تعيش في البحار ولكنها تسبح عكس التيار نحو مكان السَّراء في المياه العذبة لوضع البيض، ومنها السلمون. وهذا نوع من الهجرة. أما عكس الصَّعاد فهو الهَبَاط catadromous.



- **المُعْمَرَات perennials.** نباتات تعيش عديداً من السنين. والنباتات المعمرة العشبية herbaceous perennials، كالدفليونيون، تفقد كل فروعها الواقعة فوق التربة في نهاية كل موسم نمو وتعطي بدلاً منها مع بداية كل موسم جديد. أما النباتات المعمرة الخشبية woody perennials كالأشجار فيتجدد نموها (نسيجاً ثانوياً*) -second-dary tissue) في كل عام انطلاقاً من جذوعها الدائمة.
- **ثنائيات الحول biennials.** نباتات تعيش حولين (سنتين) كالجزر. ففي السنة الأولى تنمو هذه النباتات وتخزن الغذاء، وفي السنة الثانية تزهر وتعطي بذوراً، ثم تموت.
- **الحوليات annuals.** نباتات تعيش عاماً واحداً كالأذريون marigold. تبدأ من بذرة فتتنمو وتزهر وتنتج بذوراً ثم تموت.
- **العشبيات herbaceous.** وصف لكل نبات لا يعطي نسيجاً ثانوياً(*) فوق التربة، فهو أشبه بالعشب، وبعيد عن الشجيرات والأشجار (النباتات المعمرة الخشبية).



السامة. وقد استقرت كل التكيّفات في الأجيال المتعاقبة من الكائنات التي استطاعت بمساعدتها أن تبقى على قيد الحياة زمناً مكنها من التزاوج والتكاثر (الأمر الذي جعلها ثورث التكيّفات). وهذا هو أساس نظرية دارون في الانتقاء الطبيعي **natural selection** (وتسمى هذه النظرية أيضاً الدارونية **Darwinism**)، التي ظهرت في منتصف القرن التاسع عشر.



● **المشاكهة mimicry**. نمط خاص من التكيّف يمكن النبات أو الحيوان (المشاكهة **mimic**) من مشابهة نبات آخر أو حيوان آخر (النموذج **model**). وتستخدم المشاكهة خصوصاً للدفاع والوقاية (مثلاً، ثمة العديد من الحشرات غير المجهّزة بأعضاء وقاية قد طوّرت الواناً تتسم بها الحشرات اللاسعة)، وكذلك لأسباب أخرى (سحلب النحل ما هو إلا مشاكهة لأغراض التكاثر. انظر ص 31).

أساليب الحياة

يكتظ العالم بتشعب واسع من الكائنات الحية التي لكل واحد منها أسلوب حياته الخاص. وهذا الوضع ناجم من الإشعاع التكيّفي **adap-tive radiation**. ويمكن تصنيف الكائنات الحية بحسب ما تشترك فيه من خصائص، وذلك إما بالتصنيف الشكلي القائم على أساس تشابهها البنوي (انظر اللوحات، ص 110-113)، أو بالتصنيف عموماً على أساس أساليب حياتها (انظر اللائحة، ص 114).

● الإشعاع التكيّفي adap-tive radiation

tive radiation التطوري **evolutionary adaptation** العملية التدرّجية التي أنشأت أشكالاً متنوعة عديدة من الكائنات الحية من نقطة بداية قبل التاريخ. فيما بعد أصبح كل شكل متخصصاً بحيث تطور منه الشكل الأفضل ملائمة لبيئته وتكيفاً معها، كالأشكال الإنسيابية التي تتلائم مع الطيران



والسباحة. كما طور كثير من الكائنات الحية أيضاً تكيّفات دفاعية، وهي وسائل دفاعية كالشوك والإبر اللاسعة



● الهجرة migration.

الانتقال موسمياً من منطقة إلى أخرى. وتتضمن الهجرة عادة ترك المنطقة شتاء بحثاً عن الغذاء في مكان آخر والعودة إليها ربيعاً للتزاوج. وبذا تكون الهجرة جزءاً من دورة الحياة عند كثير من الحيوانات وخصوصاً الطيور.



الزئجة في السبات

● السبات dormancy. مرحلة

أوامرأجل يكون فيها النشاط معلقاً، وتشكل جزءاً طبيعياً من دورة حياة العديد من النباتات والحيوانات. والسبات في النباتات يحدث عندما تكون الظروف سيئة بالنسبة إلى النمو (عادة في الشتاء). وأما عند الحيوانات فيحدث السبات عادة بسبب ندرة الغذاء، ويسمى أيضاً السبات الشتوي

hibernation أو السبات

الصيفي aestivation.

الأول هو السبات في الشتاء (كـ بعض الثدييات^(*))، فيما السبات الصيفي هو السبات في ظروف الجفاف (وغالباً ما يحدث عند الحشرات).

بنية الكائنات الحية

أن الكائن الحي القادر على أن يوجد مستقلاً بذاته يسمى عضوية organism. والعضويات جميعاً مبنية من خلايا cells - وهي الوحدات الأساسية للحياة، والتي تقوم بكل العمليات الكيميائية الحيوية. وأبسط العضويات مبنية من خلية واحدة فقط وتسمى وجيدات الخلية unicellular أو اللاخلوية acellular. أما العضويات المعقدة، كالإنسان مثلاً، فهي مبنية من آلاف بل ملايين الخلايا. وهي متعددة الخلايا multicellular، متنوعتها، وكل نوع منها متخصص لأداء عمل محدد، تشكل مجموعات الخلايا التي تنتمي إلى ذات النوع الأنسجة tissues المختلفة للعضوية، كالنسيج العضلي. أما أنماط الأنسجة المختلفة والمتعددة فتشكل مجتمعة عضواً organ، كالمعدة مثلاً، في حين أن عدداً من الأعضاء يؤلف جهازاً system كاملاً، كالجهاز الهضمي على سبيل المثال.

أقسام الخلية

بالرغم من أن الخلايا تختلف فيما بينها اختلافاً شديداً، إلا أنها مبنية من أقسام أساسية واحدة، ولكل قسم منها دور خاص يضطلع به.

● الغشاء الخلوي cell membrane. أو plasma membrane أو plasmalemma. وهو جلدة الخلية الخارجية ويتميز بكونه نصف نفوذ (*) semi-permeable، أي أنه انتقائي في سماحه للمواد بالنفاذ فيه.

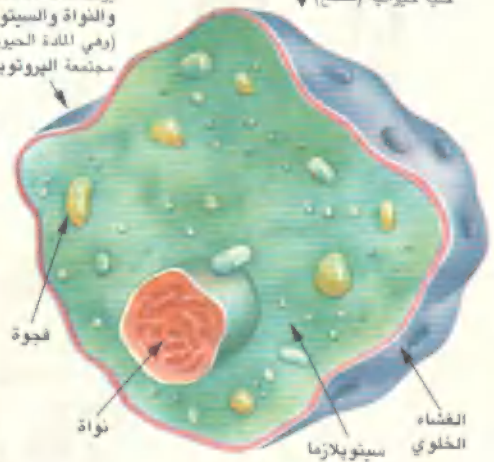
▼ خلية حيوانية (مقطع)



يؤلف الغشاء الخلوي والنواة والسيتوبلازما (وهي المادة الحيوية) مجموعة البروتوبلازما

● النواة nucleus (ج. نوى nuclei). مركز التحكم في الخلية، تحيط جلده الخارجية المكوّنة من طبقتين (وهي الغشاء النووي) بالسائل الهلامي (پلازما النواة nucleoplasm أو اللمف النووي karyolymph)، الذي يحتوي على نُويّة (*) nucleolus واحدة أو أكثر وعلى المادة الوراثية «دنا» (*) DNA الممتوضعة في الصبغيات (*) chromosomes. والصبغيات عبارة عن جسيمات تشكل كتلاً كالخيوط وتسمى الصّغين chromatin عندما لا تكون الخلية في طور الانقسام.

● الفجوات vacuoles. أكياس ممتلئة بالسوائل موجودة في السيتوبلازما، وهي صغيرة ومؤقتة في الخلية الحيوانية وتعمل على إخراج المواد (أنظر جهاز غولجي)، أو احتواء المواد الداخلة (أنظر pinocytosis، ص 99). أما الخلايا النباتية فمعظمها يحتوي على فجوة واحدة دائمة مملوءة بالسائل الخلوي cell sap.



● سيتوبلازما cytoplasm. هي المادة التي تحدث فيها كل التفاعلات الكيميائية الضرورية لوجود الحياة (أنظر العُصَيَات) وهي ذات طبقة خارجية هلامية الطبيعة بوجه عام، وطبقة داخلية سائلة (أنظر الپلازما الخارجية والپلازما الداخلية - الصورة ص 40).

العُضَيَات

العُضَيَات organelles جسيمات دقيقة موجودة في السيتوبلازما. ولكل نوع من العضيات (أدناه) دور حيوي تضطلع به في التفاعلات الكيميائية التي تجري في داخل الخلية.



• الجسيمات الريبية ribosomes

جسيمات كروية دقيقة، لها علاقة ببناء البروتينات من الحموض الأمينية (أنظر ص 100)، ترسل المعلومات «المكودة» (المحمولة في جزيئات الدنا DNA داخل النواة) إلى الجسيمات الريبية في جديلات من مادة الرنا المرسل (mRNA) الذي يمرر الرموز (الشيفرة) كي تنضم الجسيمات الريبية إلى الحموض الأمينية بالشكل الصحيح لتأليف البروتين الصحيح ويوجد الرنا RNA بشكلين آخرين على الأقل في الخلايا. أما الجسيمات الريبية فمصنوعة من الرنا الريبوزومي ribosomal RNA (أنظر النويات*) (nucleoli) وجزيئات الرنا الناقل (tRNA) التي تحمل الحموض الأمينية إلى الجسيمات الريبية.

• الشبكة البلازمية

الداخلية endoplasmic

mic reticulum. نظام

معقد من الأكياس المسطحة التي تنتهي نحو الغشاء الخلوي وتتصل بالغشاء النووي (أنظر النواة). وهذه الشبكة تؤمن مساحة كبيرة لخصن السوائل وممرات تجري فيها السوائل. وتسمى الشبكة مع الجسيمات الريبية المنتشرة على سطحها الشبكة الصلبة، أما عندما تكون مجردة من الجسيمات الريبية فتدعى الشبكة الطرية.

• مركب غولجي Golgi

complex. يسمى أيضاً

الجسيم الشبكي dictyosome.

وهو منطقة متخصصة من الشبكة البلازمية الداخلية الطرية. يجمع المواد المخلقة في الخلية ويوزعها (كالبروتينات) وبقياء التفاعلات الكيميائية). وهذه المواد تملأ الأكياس التي تنفتح أطرافها الخارجية تدريجياً إلى أن تنفصل أجزاء عن الجهاز لتكوّن الفجوات vacuoles التي تخرج بعد ذلك من الخلية عبر السيتوبلازما والغشاء الخلوي.

• الجسيمات الحالة

lysosomes. أكياس

كروية تحوي انزيمات*)

enzymes قوية. تبتلع

الأجسام الغريبة الدخيلة

كالبكتيريا لتدمرها

الانزيمات. ولا يسمح

غشاء الجسيم الخارجي

بمخروج الانزيمات عادة

إلى الخلية (حتى لا تحلل

محتوياتها من العضيات

الأخرى). ولكن إذا

تضررت الخلية فإن غشاء

الجسيم الحال يتلاشى.

وتتلف الخلايا نفسها.

العضيات (تابع)

● المريكزان centrioles جسمان

يوجدان خارج النواة (*) مباشرة في الخلايا الحيوانية.

ويقع كلاهما في جزء مكثف من السيتوبلازما (*) (الجسيم المركزي centrosome).

يتكوّن كل مريكز من أسطوانتين دقيقتين تشكلان معاً حرف T.

وتتألف الأسطوانة من تسع مجموعات من ثلاثة أنابيب دقيقة تسمى نُيَّبات دقيقة

microtubules. وللمريكزان دور مهم في انقسام الخلية.

● الحُبَيْبات الخيطية

mitochondria. (مفردا

mitochondrion) جُسيمات

عُصوية الشكل جلدها الخارجية

مكونة من طبقتين. أما الطبقة

الداخلية فتتشكل من سلسلة

طيات (عُروف) تؤمن مساحة

واسعة لحدوث التفاعلات الكيميائية الحيوية في

داخل الحُبَيْبات الخيطية (تدعى كذلك: «بيوت

الطاقة» في الخلية). وهي المكان الذي تتحلّل فيه

المواد البسيطة التي تمنصها الخلية لتوفير الطاقة

لمزيد من المعلومات أنظر التنفّس الهوائي

aerobic respiration، ص 104.

● النُويّات nucleoli (مفردا

نُويّة nucleolus). جسم كروي

صغير أو أكثر يوجد في

النواة (*). وهي تنتج أجزاء

الجسيمات الريبية (*) التي تنقل

بعد ذلك إلى خارج النواة لتتجمع

في السيتوبلازما (*).

● الجُبَيْلات plastids، جسيمات

دقيقة توجد في سيتوبلازما (*)

الخلايا النباتية. يخرّن بعضها

(الجُبَيْلات البيضاء leucoplasts

أو البروتينات. ويحتوي بعضها

الآخر (جُبَيْلات اليخضور *)

chloroplasts) على الكلوروفيل (*).



انقسام الخلية

انقسام الخلية cell division. انشطار خلية

واحدة (الخلية الأم parent cell) إلى خليتين

ابنتين daughter cells متطابقتين. وهناك

نمطان من الانقسام الخلوي، يتضمن كلاهما

انقسام النواة (*) nucleus (الانقسام النووي

karyokinesis) يليه الانقسام السيتوبلازمي.

وتنصف فيما يلي على هذه الصفحة والصفحة

التالية الانقسام الخلوي من النمط الأول

(ويُسمى الانشطار الثنائي binary fission).

وبنتيجة هذا الانقسام تنشأ الخلايا الجديدة

الضرورية للنمو كما أنها تحل مكان ملايين

الخلايا التي تموت كل يوم (إما بسبب التلف أو

المرض أو لأنها «تبل».) وهو أيضاً يعني التكاثر

اللاجئسي (*) asexual reproduction: في كثير

من العضويات وحيدات الخلية. أما النمط الثاني

الخاص من الانقسام الخلوي فإنه ينتج

العرائس (*) gametes التي ينجم عن اتحادها

نشوء كائن حي جديد. ولمزيد من المعلومات

حول هذا الموضوع أنظر الصفحتين 94 و 95.

● الانقسام الخيطي (التخيط) mitosis.

انقسام النواة (*) عندما تنقسم الخلية

الحيوانية أو النباتية إما للنمو وإما للتجديد

(الانشطار الثنائي binary fission). ويضمن

هذا الانقسام حصول النواتين الجديدتين

(الابنتين daughter nuclei) على العدد نفسه

من الصبغيات (*) chromosomes (وهي

الجسيمات التي تحمل المعلومات الوراثية

«المُكوّنة»). فكل نواة جديدة تحصل على العدد

نفسه الذي كان موجوداً في النواة الأم ويُسمى

عدداً ثنائي الصيغة diploid number. ولكل

كائن حي عدده ثنائي الصيغة المميّز له، أي

أن كل خلاياه (باستثناء العرائس *) تحتوي

على العدد نفسه من الصبغيات المتجمعة في

أزواج متماثلة تسمى الصبغيات المتماثلة

homologous chromosomes. فالبشر مثلاً

46 صبغية متجمعة في 23 زوجاً. ومع أن

التخيط عملية متواصلة، إلا أنه يمكن تقسيمه

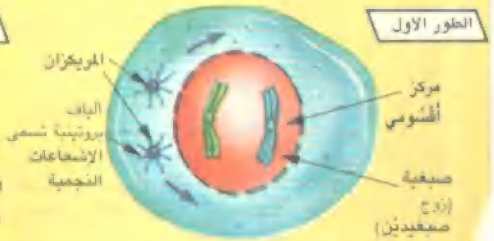
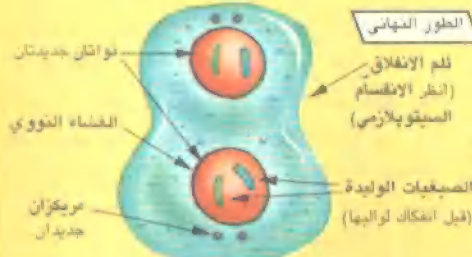
إلى أربعة أطوار. وقبل كل انقسام خيطي ثمة

دائماً طور يدعى الطور البيني interphase.

(*) التكاثر اللاجنسي 92: جبيلة اليخضور 27: الجسيمات الريبية 11: السيتوبلازما 10: الصبغيات 96: العرائس 93: الكلوروفيل (اليخضور) 27 (الخطاب): النواة 10.

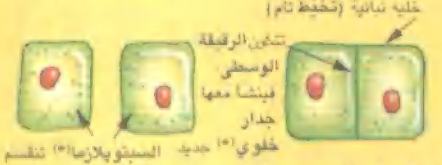
● **الطور البيني Interphase**، هو الطور الفاصل بين انقسامين خلويين، ويتميز بنشاطه وحيويته، خلاله لا تقوم الخلايا بكل العمليات الضرورية للحياة فحسب، وإنما تحضر أيضاً المادة اللازمة لإنتاج «نسخ» عن كل مكوناتها (يحدث بتوفر للخلايا الجديدة الناشئة بالانقسام كل ما تحتاج إليه). وقبل بدء التخييط^(*) (أو الانقسام الخيطي) تتناسخ أيضاً خيوط الصبغين^(*) chromatin في النواة^(*)، بحيث تتكون كل صبغية^(*) بعد عملية التولب من صبغيتين chromatids (انظر: الطور الأول أو الطور الطليعي prophase).

أطوار التخييط (أرى فقط صبغيتين^(*) - لدى الإنسان 46 صبغية)



تتفتت الألياف المغزلية spindle fibres والإشعاعات النجمية astral rays وينشأ غشاء نووي^(*) جديد حول كل مجموعة من مجموعتي الصبغيات الوليدة وهذا ما ينتج نواتين جديدتين (نواتين أمتين) تلك فيها الصبغيات لولبها لتشكل مرة ثانية كتلة خيطية (الصبغين^(*)) ويتناسخ المركزان بحيث نمر على مركزان في كل من الخليتين الجديدتين (بعد الانقسام الميتوكلزمي).

تتولب خيوط الصبغين^(*) في النواة^(*) لتشكّل الصبغيات^(*) فيما يتلاتي الغشاء النووي^(*). قد سبق لكل منهما أن تناسخا لإنتاج لولبين متماثلين (صبغيتين) متصل بينهما قرّة صغيرة (مركز الأقسام centrosome) أما المركزان فيتحرك كل منهما باتجاه أحد قطبي الخلية.



المركزان (عند القطبين المتقابلين) يطلقان أليافاً بروتينية تسمى الألياف المغزلية التي تتحد بتشكّل كرة أو مغزلًا وتتحرك الصبغيات^(*) (أي الصبغيات المرتوجة) نحو خط الاستواء فتتعلق بالألياف المغزلية بواسطة أقاسمها.

● **الانقسام السيتوكلزمي cytokinesis** هو إنقسام سيتوكلزما الخلية، الذي تتكوّن بنتيجته خليتان جديدتان حول النواتين الجديدتين اللتين تنشأن خلال الانقسام الخيطي (أو الانقسام المنصف meiosis). في الخلايا الحيوانية يتكوّن ثم انفلاق cleavage furrow حول خط استواء الخلية ثم يضيق فيفلق الخلية بالكامل إلى قسمين. أما في الخلايا النباتية، فيتشكل خط أنقسام يسمى الرقيقة الوسطى middle lamella وسط الخلية وينشأ جدار خلوي^(*) cell wall جديد على كل من جانبي هذا الخط.



النباتات الوعائية

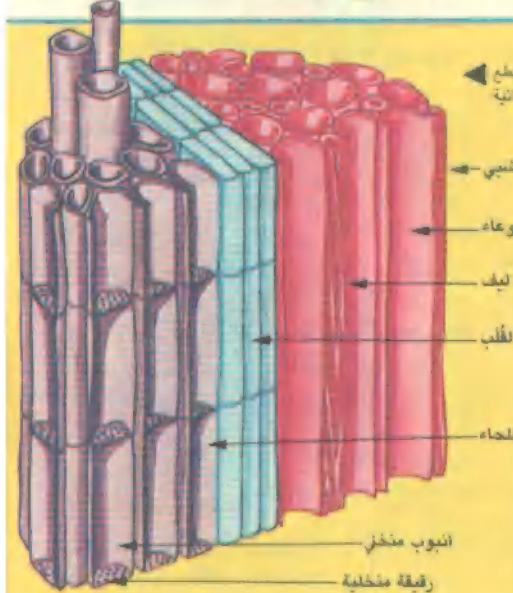
باستثناء النباتات البسيطة كالحالب والفطريات (انظر مخطط التصنيف ص 110-111)، تعتبر النباتات كلها نباتات وعائية **vascular plants**. ذلك أنها جميعها ذات منظومة معقدة من نسيج متخصص ناقل للسوائل يسمى **النسيج الوعائي vascular tissue**. ولزيد من المعلومات حول كيفية سير السوائل في النسيج الوعائي. انظر الصفحتين 24 و 25. وتُصنّف النباتات الوعائية جميعاً في قسم **النباتات الوعائية Division Tracheophyta** (انظر ص 111).

● النسيج الوعائي vascular tissue. نسيج

متخصص يمتد على طول النبات الوعائي، ويحمل السوائل ويساعد في دعمه. وفي الجذوع الياقة، ينظم النسيج عادة في وحدات منفصلة بعضها عن بعض تسمى **الحزم الوعائية vascular bundles**. أما في الجذوع الأقدم فتلتحم الحزم بعضها مع بعض لتؤلف لباً مركزياً (الاسطوانة الوعائية*) **vascular cylinder**. أما في الجذوع الياقة فيختلف انتظام النسيج بعض الشيء، إلا أن لباً مركزياً ما يلبث أن يتكون فيما بعد. ولزيد من المعلومات انظر الصفحة 18. ويوجد النسيج الوعائي بنوعين مختلفين: **النسيج الخشبي واللحاء**، تفصل بينهما طبقة نسيجية تدعى **القلب**.

مكونات النسيج الوعائي

- **النسيج الخشبي (الكيسم) xylem**. النسيج الناقل للماء صعوداً في النبتة، ويتكوّن من أوعية تشدها إلى بعضها خلايا رفيعة (اللياف fibres). وفي الجذوع الأقدم، يزول النسيج الخشبي المركزي فتتملأ الأوعية لتشكل **خشب القلب*** heartwood.
- **اللحاء phloem**. النسيج الذي يوزع الغذاء المصنوع في الأوراق على كل أقسام النبتة. ويتكوّن من أنابيب منخلية sieve tubes ومن خلايا مرافقة companion cells متخصصة إلى جانبها، وخلايا أخرى مرصوصة حولها لدعمها. ويعتقد أن الخلايا المرافقة تنقل السوائل.



أنسجة أخرى في النباتات الوعائية

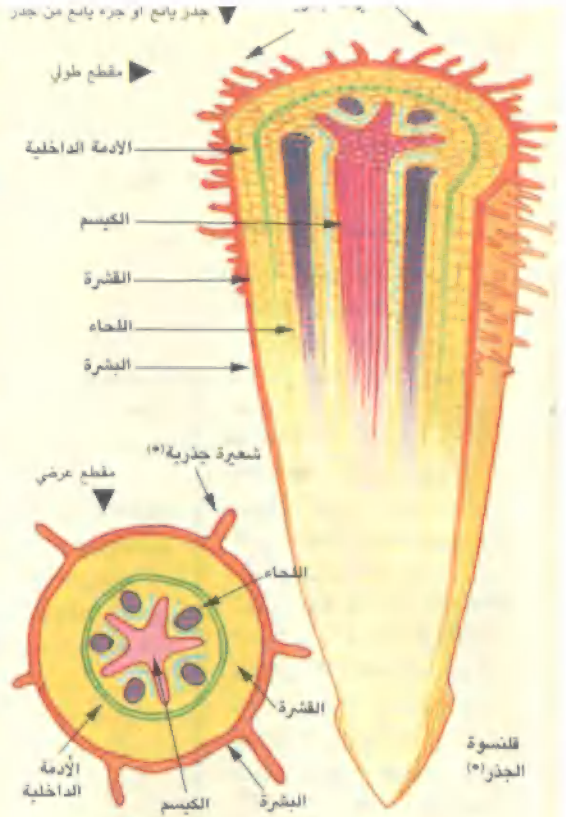
• **البشرة epidermis** . طبقة رقيقة من النسيج تغطي كل أقسام النبات . وفي بعض الأمكنة ، وخصوصاً في الأوراق ، توجد فيها ثُغوب دقيقة تُسمى **ثُغيرات (*) stomata** . ويحل في الجذوع الأقدم النُجَب (*) **phellem** محل البشرة ، أما في الجذور المتقدمة فتحل أولاً أدمة تحتية **exodermis** محلها ثم يليها النُجَب .

• **القشيرة cuticle** . طبقة خارجية رقيقة من مادة شمعية تسمى الكوتين **cutin** تنتجها البشرة فوق الأرض . ويمكن دورها في منع خسارة الكثير من الماء .

• **القشرة cortex** طبقة من النسيج في داخل بشرة الجذوع والجذور مباشرة . وتحتوي بشكل أساسي على **المُخِجَمة parenchyma** (أو النسيج الحشوي) ، وهي نوع من الأنسجة ذات خلايا كبيرة وفراغات هوائية عديدة . وفي بعض النباتات توجد أيضاً بعض الأنسجة الضامة **collenchyma** ، وهي نوع من الأنسجة الداعمة ذات خلايا طويلة سميكة الجدران . ومن خصائص القشرة أنها تميل إلى الضمور مع تقادم النبتة لتحل محلها أنسجة أخرى .

• **الأدمة الداخلية endodermis** . الطبقة الداخلية من قشرة **cortex** الجذر ، وتحتوي على خلايا مرور **passage cells** خاصة . فالسوائل التي تُسَرَّب بين خلايا القشرة - بدلاً من المرور عبرها - توجَّهها نحو المنطقة المركزية من النسيج الوعائي .

• **اللب medulla** أو **pith** . منطقة النسيج المركزية التي توجد في الجذع ولا توجد في الجذر عادة . ولا تسمى عادة لباً إلا متى أنشأ الجذع أسطوانة وعائية (*) . واللب مكون من **المُخِجَمة** كما هو حال القشرة ، ويستخدم أحياناً لخزن الغذاء .



• **الأوعية vessels** أو **القصبيات tracheae** . أنابيب طويلة في الكيسم تحمل الماء . جدرانها مُقَوَّاة بمادة صلبة تُسمى **ليغنين lignin** ، وهي من الخلايا التي ماتت جدرانها والبروتوبلازما (*) **protoplasm** فيها .

• **الأنابيب المنخلية sieve tubes** . عواميد طويلة من الخلايا في اللحاء ، فقدت أنويتها (*) ، وبروتوبلازمتها (*) ، غير أنها احتفظت بجدرانها التي تصلها ببعضها . وتسمى هذه الخلايا **رُفِيفَات منخلية sieve plates** . وتحتوي على ثُغوب دقيقة تسمح بِنفاذ المواد .

• **القَلْب cambium** . طبقة ضيقة من خلايا ذات جدران رقيقة تقع بين الكيسم من الداخل واللحاء من الخارج . وهذه الخلايا قابلة للانقسام لتنشئ المزيد من أنسجة الكيسم واللحاء . ومثل هذه المنطقة الخلوية تدعى **النسيج القسوم meristem** (*) .

(*) الأدمة التحتية 17 - الأسطوانة الوعائية 18 - البروتوبلازما 10 - الثُغيرات 21 - الشعيرات الجذرية (قلنسوة الجذر) 17 - النُجَب 19 - النسيج القسوم 16 - النواة 10

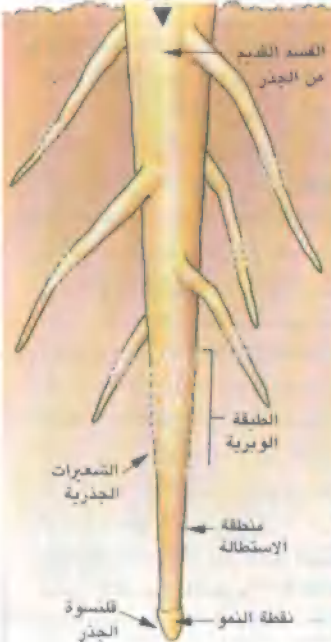
الجدوع والجذور

الجدع stem والجذور roots هي البنى الرئيسية الداعمة للنبات، وتلعب دوراً هاماً في نقل السوائل (انظر الصفحات 14-15 و 24-25). فيما يلي نعدد أقسامها المتنوعة. ولزيد من المعلومات عن نمو الجذع والجذور مع تقدم عمر النبات، أنظر الصفحتين 18-19.

أقسام الجذر

• **نقطة النمو growing point**
المنطقة التي تنمو فيها الجذور مباشرة حيث تنقسم الخلايا لتنتج نمواً جديداً.

• **منطقة الاستطالة zone of elongation**
منطقة الخلايا الجديدة التي أنتجت نقطة النمو وتليها مباشرة. فالخلايا تتمدد طولاً عند امتصاصها للماء وذلك لأن جدرانها^(*) cell walls تزال بعد طرية لينية. وهذه الاستطالة تدفع برأس الجذر عميقاً في التربة.



• **النسيج القسوم meristem**. منطقة يبدأ منها النمو الجديد. وخلايا هذا النسيج قابلة للانقسام منتجة خلايا جديدة. والنسيج القسوم الموجود في رأس الجذر (نقطة النمو) أو في الجذع (جزء من البرعم الطرفي) يُسمى النسيج القسوم القمي apical meristem.

• **البرعم bud**. ثمار صغير على الجذع يتطور لينجم عنه إما رُشد أو زهرة.
• **برعم إبطي axillary bud**. ويسمى كذلك برعمًا جانبيًا
• **lateral bud** أو برعمًا ثانويًا secondary bud
وهو برعم يقع في الإبط axil والإبط هي الزاوية الواقعة بين الرُشد والجذع الذي منه يتفرع.

• **البرعم الطرفي terminal bud**. برعم ينمو عند نهاية الجذع أو الرُشد.



• **العقدة node**. مكان على الجذع تنمو منه الورقة بعرق أو دونه.

• **الأنبوبة internode**. المنطقة الواقعة بين عقدتين على الجذع أو على الرُشد.

الجدع وما يتصل به

• **الرُشد shoot** جذع جديد يتفرع عن الجذع الأساس أو يفرخ من البذرة.





● **الجذور العرضية - ad-ventitious roots**
التي تنمو من الجذع مباشرة.
إنها تنمو من البصلات (*)
bulbs أو من العقل cuttings.



● **الجذور الهوائية - aerial roots**
هي جذور تنبت من
الجذوع ولا تغرز في التربة،
وتستعملها النباتات في الزحف
والتسلق كنبات اللبلاب. وكثير
منها يمتص الرطوبة من الهواء.



● **الجذور الداعمة - prop roots**
نوع خاص من الجذور
الهوائية، وتنبت من الجذع ثم
تتغرز في الأرض التي قد تكون
تحت الماء. ومهمة هذه الجذور
أن تحمل نباتات ثقيلة كنبات
القرام mangrove.

أنواع الجذور



● **الجذر الوتدي - tap root**
الجذر الأول، أو الجذر الأولي
primary root، وهو أكبر
من الجذور الصغيرة
الجانبية أو الثانوية التي
تتفرع منه ومعظم الخضروات
عبارة عن جذور وتدية منتقضة.



● **الجذور الليفيّة - fibrous roots**
جهاز من جذور
متفرعة ليفية كثيرة متشابهة
من حيث الحجم ومنتجة
لجذور جانبية. ولا يبرز
الجذر الأول في هذا النوع
من الجذور الليفيّة، كما هو
الحال في الجذور الوتدية.



● **الطبقة الوبرية - piliferous layer**
المنطقة الأيعة في
بشرة (*) epidermis الجذر
أو جلده الخارجية، وهي
التي تنتج الشعيرات الجذرية
وتقع الطبقة الوبرية فوق
منطقة الاستطالة zone of
elongation. فعندما تتصلّب
جدران الخلايا المتطاولة،
تتحول الخلايا الخارجية إلى
طبقة وبرية. والطبقة الوبرية
الأقدم (وهي أعلى في الجذر)
تبل بالتدريج مع مضي الوقت
وتحل محلها طبقة من خلايا
متصلة تسمى الأدمة القحطية
exodermis (وهي الطبقة
الخارجية من القشرة) (*).
(cortex).

● **الشعيرات الجذرية - root hairs**
ناميات طويلة نانئة
من خلايا الطبقة الوبرية،
تمتص الماء والمعادن.

● **قلنسوة الجذر - root cap**
طبقة من الخلايا التي تحمي
رأس الجذر أثناء نموه.

(*) البشرة (القشرة) 15 البصلة 34

في داخل النبات المعمر

يكون النبات الذي يعمر عدة سنوات (كالأشجار) نسيجاً ثانوياً **secondary tissue** كلما تقدم به السن. وهذا النسيج يتألف من طبقات نسيجية جديدة تكمل النسيج الأصلي، أو **النسيج الأولي (*) primary tissue**. ويتشكل نسيج وعائي (*) **vascular tissue** داعم وناقل للسوائل في اتجاه مركز النبات، كما ينشأ نسيج دفاعي (حمائي) حول الخارج. ويسمى نشوء النسيج الوعائي الجديد **الثخانة الثانوية**، الأمر الذي ينتج عنه ما يعرف بالنبات الخشبي **woody plant**.

النسيج المركزي الجديد

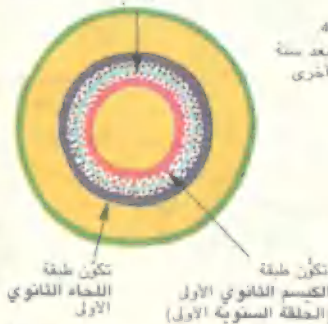
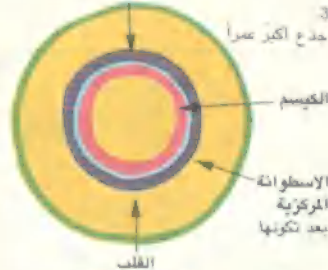
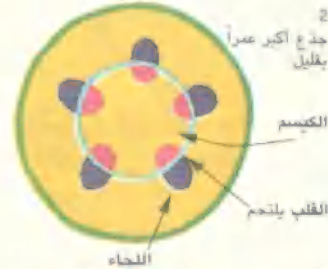
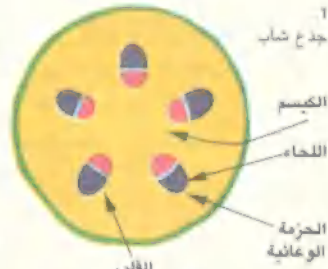
● **الأسطوانة المركزية الوعائية vascular cylinder**. تنمو بوصفها الخطوة الأولى من **الثخانة الثانوية** في الجذوع. ويتكوّن المزيد من أنسجة القلب (*) **cambium** بين الحزم الوعائية (*) **vascular bundles**، فيؤدي ذلك إلى نشوء مزيد من الكيسم (*) **xylem** واللحاء (*) **phloem** مما يشكل أسطوانة متواصلة.

● **الثخانة الثانوية secondary thickening**. تكوّن المزيد من النسيج الوعائي الناقل للسوائل عاماً إثر عام في النباتات المعمّرة، مما يسبب ازدياداً تدريجياً في قطر الجذع والجذور. ففي كل عام تنشأ طبقات جديدة من الكيسم (*) (الكيسم الثانوي) واللحاء (*) (اللحاء الثانوي) عن طريق خلايا القلب القسومة الموجودة بينهما. وهذه العملية تحدث في الجذوع بشكل مختلف قليلاً عن كيفية حدوثها في الجذور، وينتج عنها قلب من النسيج الوعائي دائم التضخم (مما يؤدي إلى عصر اللب (*) **pith** في الجذوع) ويتألف معظم هذا القلب من الكيسم، الذي يسمى أيضاً خشباً **wood**. أما منطقة اللحاء فلا تتوسع كثيراً، وذلك لأن اندفاع الكيسم باتجاه الخارج يحتّها.

● **الحلقات السنوية annual rings**. هي الدوائر المتمركزة التي يمكن رؤيتها في مقطع عرضي لشجرة معمرة. فكل حلقة تمثل نمواً سنوياً جديداً للكيسم (*). وتتشكل من منطقتين منفصلتين هما: خشب الربيع **spring wood** الطري (أو الخشب المبكر **early wood**) الذي يتكوّن باكراً من موسم النمو، وخشب الصيف **summer wood** الصلب (أو الخشب المتأخر **late wood**) الذي يتكوّن فيما بعد.



ثخانة ثانوية في جذع



النسيج الخارجي الجديد

تعتمد النباتات المعمرة أيضاً - كما هو حال النسيج الوعائي (*) - إلى تشكيل طبقات إضافية زائدة من النسيج حول خارجها بقصد حمايتها. وهذه الطبقات من الداخل إلى الخارج هي على التوالي: الأدمة النخجية ومولد النخج والنخج. وتعرف هذه الطبقات الثلاث مجتمعة باسم الأدمة المحيطة periderm.

● مولد النخج phellogen أو القلب النخجي cork cambium. طبقة من الخلايا تنشأ باتجاه الخارج في جذوع النباتات المعمرة وجذورها. إنها نسيج قسوم (*) meristem، أي طبقة خلايا لا تتوقف عن الانقسام. وهذه الطبقة تنشأ طبقتين هما الأدمة النخجية والنخج. ● الأدمة النخجية phelloderm. طبقة خلايا جديدة ينشئها مولد النخج من جهته الداخلية، وهي تكمل القشرة (*) cortex وتسمى أحياناً القشرة الثانوية secondary cortex.

● النخج phellem أو الفلين cork. طبقة خلايا جديدة ينشئها مولد النخج من جهته الخارجية، وتتلون suberization الخلايا، أي أن جدرانها تمتلئ بمادة شمعية تدعى سوبرين suberin، فتجعل الطبقات الخارجية صامدة للماء. وتموت خلايا النخج ببطء فتحل محل طبقة الخلايا الخارجية السابقة (البشرة) (*) epidermis في الجذوع والأدمة التحتية (*) exodermis في الجذور) وتسمى خلايا النخج الميتة القلف bark.



الجذع كلمة أخرى
تطلق على جذع الشجرة

عديسة
خلايا فوضوية الانتشار
مراغات هوائية



الحلقات السنوية

شجرة (مسنة)

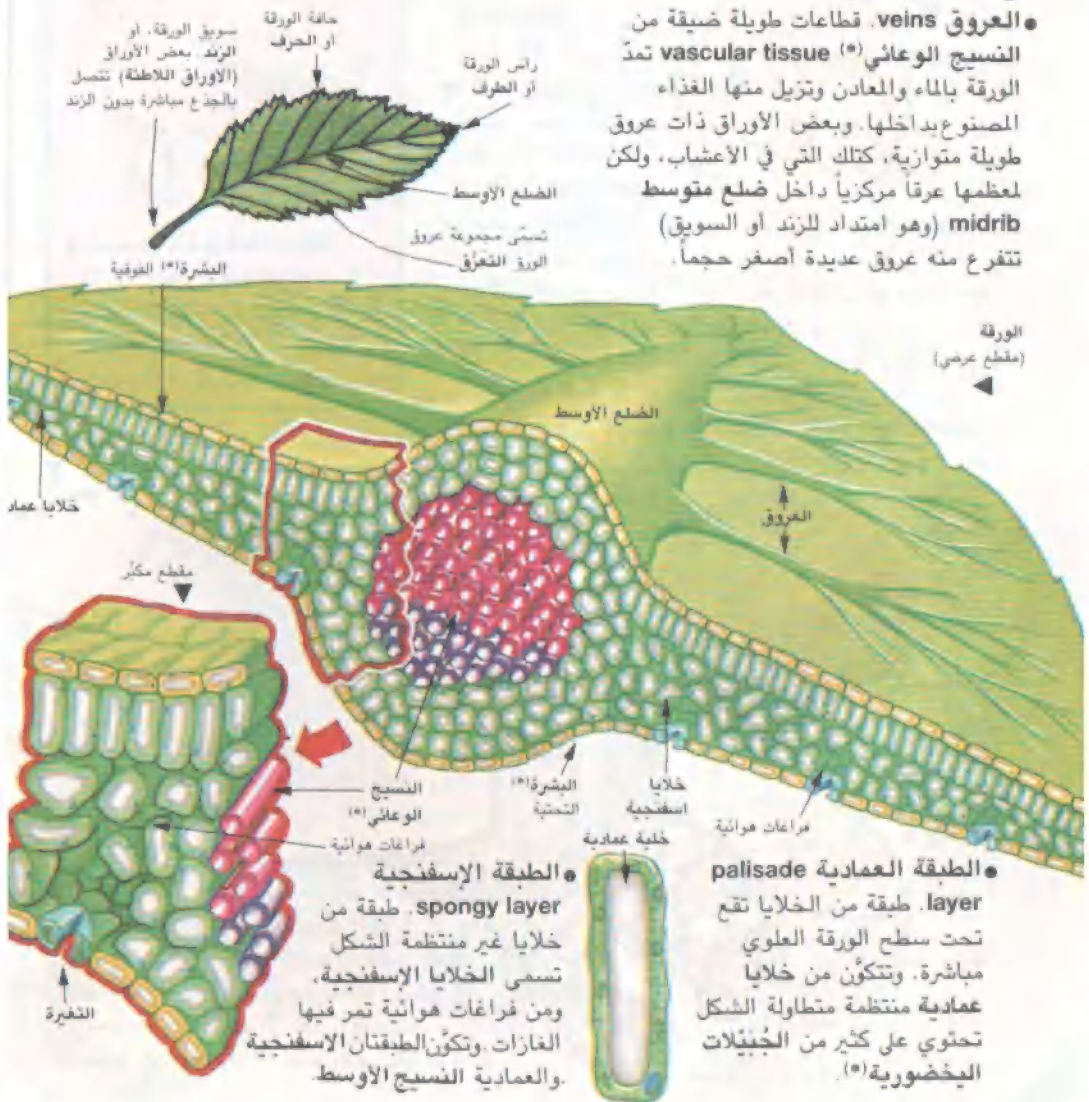
● العديسات lenticels. فتحات صغيرة تنشأ في النخج يتنفس بواسطتها النبات المتقادم الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وفي داخل العديسات أقنية ومسارب من خلايا فوضوية الانتشار تتيح للغازات أن تعبر الأنسجة الخارجية إلى القشرة (*) ومنها، وهي أيضاً ذات فراغات هوائية.

الأوراق

تسمى أوراق النبتة ككل **foliage**، وهي الجزء المكثف لصنع الغذاء، وتقوم بذلك من خلال عملية خاصة تدعى التخليق الضوئي **photosynthesis**. لمزيد من المعلومات حول هذه العملية، انظر ص 26-27. وللأوراق أشكال وأحجام متنوعة عديدة، ولكنها على نوعين فقط: الأوراق البسيطة **simple leaves** المكونة من نصل **blade** واحد أو رقيقة **lamina**، والأوراق المركبة **compound leaves** التي تتألف من عدة نصول تسمى وُرَبَقَات **leaflets** وتنمو على سُوَيْق واحد. توجد على الصفحة 22 لوحة تضم أشكالاً مختلفة من الأوراق.

في داخل الورقة

● العروق veins، قطاعات طويلة صلبة من النسيج الوعائي (*) vascular tissue تمتد الورقة بالماء والمعادن وتزيل منها الغذاء المصنوع بداخلها. وبعض الأوراق ذات عروق طويلة متوازية، كتلك التي في الأعشاب، ولكن لمعظمها عرقاً مركزياً داخل ضلع متوسط midrib (وهو امتداد للزند أو السويق) تنفرع منه عروق عديدة أصغر حجماً.



أوراق خاصة



أذنة

● الأذنة *stipule*. وُزَيْقَة دون
رُند تنمو عند قاعدة رُند
الورقة في عديد من النباتات.



قنبلة

● القنبلة *bract*. ورقة تنمو
عند قاعدة رُند الزهرة في
عديد من النباتات.



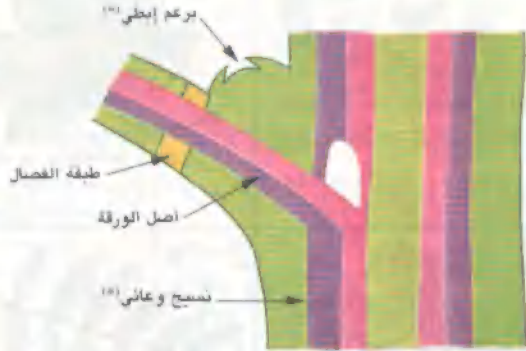
حالق

● الحالق *tendril*. ورقة (أو
جذع) خيطية الشكل تلتف
حول دعامة ما أو تلتصق
بها.



شوك

● الشوك *spine*. ورقة مُحوّرة
عند نباتات الصبار، تقلص
حجمها حتى لا تخسر النبتة
كثيراً من الماء.

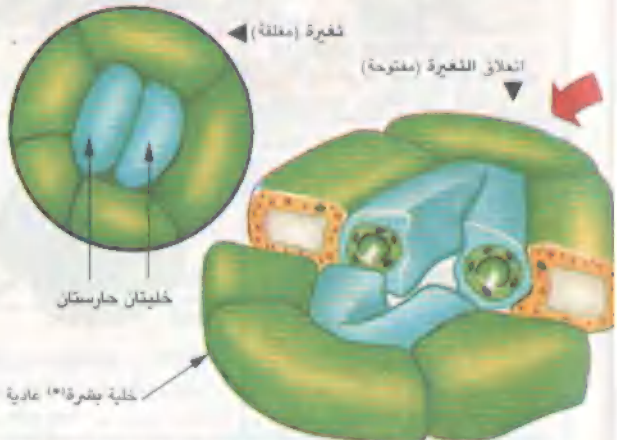


● أصل الورقة *leaf trace*. منطقة من النسيج الوعائي (*)
تتفرع من النسيج الوعائي للجذع لتشكل عرق الورقة
المركزي.

● طبقة الفصال *abscission layer*. طبقة من الخلايا تقع
عند قاعدة رُند الورقة وتنفصل عن الأجزاء الأخرى من
النبتة في وقت محدّد من السنة (يحفرها على ذلك هرمون (*)
hormone يسمى حمض الأبسيسيك *abscisic acid*).
وهذا ما يسبب تساقط الأوراق مشكلاً ندوب الأوراق *leaf scars*
مكانها.

● الثغيرات *stomata* (مقردها *stoma*). فتحات دقيقة في
البشرة (*) *epidermis* (الجلدة الخارجية) يجري عبرها
تبادل الماء (النتح) (*) *transpiration* والغازات. وتوجد
الثغيرات بشكل أساسي في الجانب السفلي للورقة.

● الخلايا الحارسة *guard cells*. أزواج من الخلايا هلالية
الشكل يحيط كلّ زوج منها بثغيرة، وتفتحان وتغلقان بتغيير
شكلهما. وهذا ما يضبط تبادل الماء والغاز. وهي الخلايا
السطحية الوحيدة إضافة إلى الجبيلات اليخضورية (*).



ثغيرة (مغلقة)

انغلاق الثغيرة (مفتوحة)

خليتان حارستان

خلية بشرة (*) عادية

أنواع الورق المركب

في ما يلي بعض أنواع الورق المركب. أوراق مؤلفة من وريقات (*) leaflets. وكذلك بعض التشكيلات والحروف margins. الورقية أو الحواف، margins. والصورة ليست بالمقياس الطبيعي

كستناء
الفرس

وريقات

● الراحبة palmate وتتشعب
الوريقات (خمس أو أكثر) من
نقطة واحدة مشتركة.

برسيم
أبيض

وريقات

● ثلاثة الأوراق ووريقاتها
الثلاثة تنمو من نقطة واحدة.

سرغس
هذا الرأس
ثلاثي
الرأس
ثنائي
الرأس

● ثنائية الريش / bipinnate
ثلاثة الريش. ريشية مريشة
الوريقات.

غيراء

● الريشية pinnate تكون
الوريقات أو الريش في أزواج
متقابلة.

حوصية
وريقة من
ثلاثة فصوص

● الثلاثة ternate. ورقة ثلاثية
الأوراق لها ثلاثة فصوص.

تشكيلات الورق

حي العالم
نوش الأوراق

● اللولبية spiral. تنمو الأوراق
من نقاط تشكل لولبا على الجذع.

نفس
أزواج متقابلة

● المتقابلة opposite. أزواج
أوراق تنمو من جانبي الجذع
المتقابلين.

عود أرجواني
زوجان وريقات
متعامدان

● المتقاطعة decussate. أزواج
متقابلة، يتعامد كل زوج مع
الزوج الذي يسبقه.

ورقتان متديتان
حول الجذع
العشيرة
الخضراء

● المتقوية perfoliate. أوراق
مفردة أو مزدوجة تكون قواعدهما
متديجة وملتقة حول الجذع.

زهرة الربيع
وريدة قاعدية
● وريدة قاعدية basal rosette.
وريدة تنمو عند قاعدة الجذع.

عشب الإوز
وريدة

● الوريدة rosette أو الدوارة
whorl. دائرة من الأوراق النامية
من نقطة واحدة.

ستديان إنكليزي
فصوص

● المفصصة lobed. يشكل حرف
الورقة قطاعات أو فصوصا، وقد
تكون منشارية serrate.

ليمون مالح
حرف
مسن

● المنشارية serrate. ورقة ذات
حرف مسنن بشكل دقيق، وقد
تكون مفصصة.

لبك
حرف أملس

● الصحيحة entire. ليس في
حرف الورقة أي نوع من
التسنن.

حساسية النبات

ليس للنباتات جهاز عصبي، إلا أنها تتميز مع ذلك بالحساسية **sensitivity**، أي أنها تبدي ردات فعل على بعض أنواع الحث. وهي تفعل ذلك بتحريك أجزائها المتخصصة أو بالنمو، وهذا ما يطلق عليه اسم الانتحاء **tropism**. وشمة انتحاء إيجابي **positive tropism**، وهو حركة أو نمو باتجاه العامل الحاث، وانتحاء سلبي **negative tropism** وهو حركة أو نمو بعكس اتجاه العامل الحاث.

• التجاوب الضوئي photoperiodism

استجابة النبات لطول النهار أو الليل **photoperiod**، وخصوصاً في ما يعود لإنتاج الأزهار. والتجاوب الضوئي يعتمد على عدد من الأمور كعمر النبتة ودرجة حرارة بيئتها. فنباتات النهار القصير **short-day plants** لا تنتج أزهاراً إلا إذا كان النهار أقصر من طول معين (يسمى الطول الحرج **critical length**) أما نباتات النهار الطويل **long-day plants** فلا تنتج أزهارها إلا إذا كان النهار طويلاً. ويُعتقد أن «الامر» الذي تزهر بموجبه النبتة (العائق) (نبتة النهار الطويل) (نبتة النهار القصير) (نبتة حيادية)



يحملة الهرمون **hormone** إلى المنطقة المعنية في النبتة منطلقاً من الأوراق حيث يتم تخليقه، وذلك عندما تكون الشروط المتوفرة ملائمة. وقد سُمي هذا الهرمون مولّد الزهر **florigen**. وبعض النباتات حيادية حيال طول النهار **day-neutral plants**، أي أن لا علاقة لأزهارها بطول النهار.



• الانتحاء الضوئي

phototropism أي

الاستجابة للضوء.

وعندما يكون الضوء

ضوء الشمس تسمى

الاستجابة انتحاء

شمسياً

heliotropism ومعظم

الأوراق والجذوع تبدي

هذا الانتحاء فتتلف

وتنمو باتجاه الضوء.

• الانتحاء للمسي

haptotropism أو

thigmotropism

الاستجابة للمس أو

التلامس، كالتفاف

شُعيرات النبتة (ورد

الشمس) الدبقة حول

الحشرة عندما تحط عليها.



• الانتحاء المائي

hydrotropism

الاستجابة للماء.

فالجذور مثلاً قد تنمو

باتجاه جانبي إذا كان

فيه كمية أكبر من الماء.

• الانتحاء الأرضي

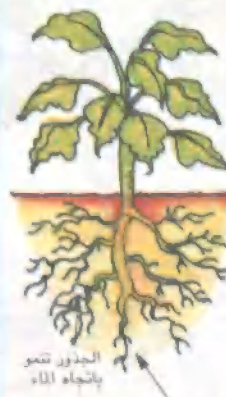
geotropism

الاستجابة لفعل الجاذبية.

وهذا ما تفعله كل الجذور

بنموها نحو الأسفل

مخرقة التربة.



الجذور تنمو مستقيمة للجاذبية

• هرمونات النمو growth hormones

ضوابط النمو **growth regulators** مواد

تحفز نمو النبات وتضبطه، وتنتج في الأنسجة

القسومة (*) **meristems**، (وهي مناطق تنقسم

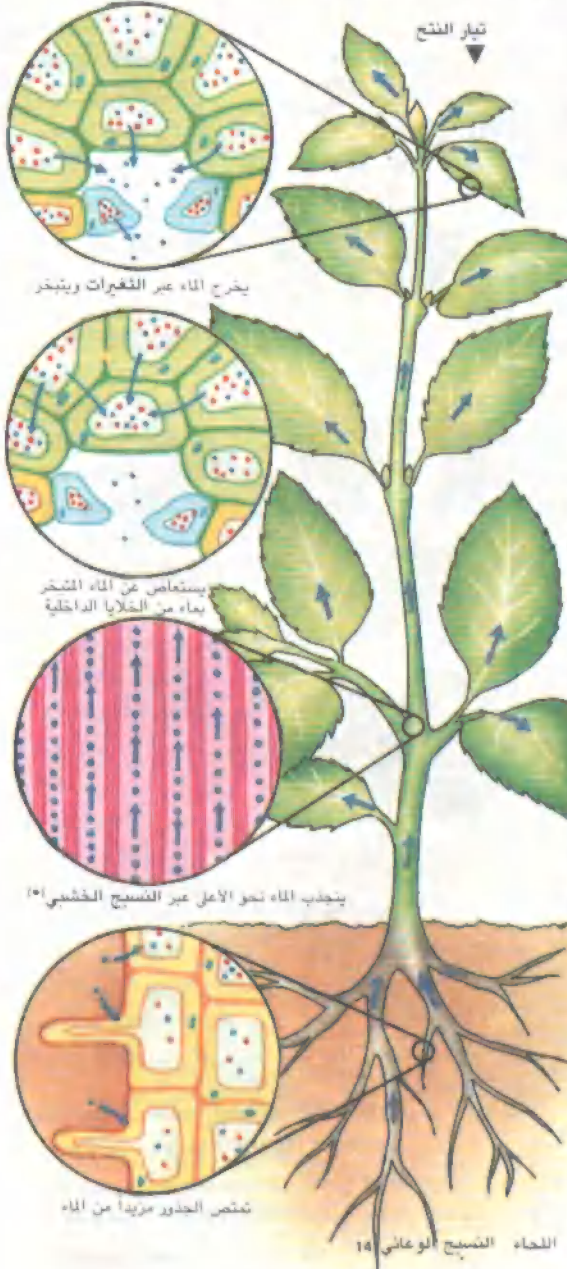
فيها الخلايا باستمرار). ومن هذه الهرمونات:

الأوكسين **auxin** والسيتوكينين **cytokinin**

والجبريلين **gibberellin**.

نقل السوائل النباتية

يُسمى نقل السوائل في النبات انتقال الغذاء **translocation**. فالسوائل تنتقل داخل الأنسجة الوعائية(*) **vascular tissues** المكونة من النسيج الخشبي(*) **xylem** واللحاء(*) **phloem**. فالنسيج الخشبي يحمل الماء (وفيه الأملاح المعدنية الذائبة) من الجذور إلى الأوراق. في حين يحمل اللحاء الغذاء من الأوراق ويوزعه على مختلف الأقسام النباتية التي تحتاجه.



• النتح **transpiration**. فقدان الماء

بواسطة التبخر، عبر فتحات دقيقة تسمى الثغرات(*) **stomata** وتقع في السطح السفلي من الورقة.

• تيار النتح **transpiration stream**

سلسلة من العمليات الثابتة التي تجري في النبات. عند فقدان الخلايا الورقية الخارجية الماء بواسطة النتح يزداد تركيز المعادن والسكريات في فجواتها(*) **vacuoles** بالمقارنة مع تركيز المواد نفسها في الخلايا الداخلية، فيعبر الماء إلى الخارج بالتناضح(*) **osmosis**. الأمر الذي يسبب دفع الماء نحو الأعلى عبر أنابيب النسيج الخشبي(*) في الجذوع والجذور (بمساعدة الخاصية الشعرية*)، فتمتص الجذور مزيداً من الماء.

• الفعل الشعري **capillary action**

الطريقة التي تنتقل بها السوائل نحو الأعلى في الأنابيب الضيقة. تدفع جزيئات السوائل نحو الأعلى بالتجاذب بينها وبين جزيئات جدران الأنابيب.

• الضغط الجذري **root pressure**

ضغط ينشأ في جذور بعض النباتات. ففي كل النباتات، ينتقل الماء من التربة إلى النبتة عبر طبقات خلايا الجذور بقوة التناضح(*)، وفي النباتات التي ينشأ في جذورها ضغط جذري، يكفي الضغط الناتج عن حركة هذا الماء كي يدفعه نحو الأعلى في أنابيب النسيج الخشبي(*)، أما بعد ذلك، فيتكفل تيار

النتح **transpiration stream**

«بجذبه» صعوداً، أما في نباتات أخرى فتعود حركة الماء عبر الخلايا الجذرية إلى «انجذابها» بواسطة تيار النتح.

• **النضج guttation**. ظاهرة توجد في النباتات التي تبدي ضغطاً جذرياً **root pressure** فقد يؤدي الضغط الزائد، مضافاً إلى «السحب» الناتج عن تيار النتح **transpiration stream** إلى إخراج قطرات الماء من مناطق الاقتران المائي في الخلايا (المناخات **hydathodes**) عبر مسام دقيقة تقع عند رأس الورقة أو على طول حوافها.



الانتفاخ

• الانتفاخ turgor حالة الخلايا في

نبته صحيحة. فكل خلية تبلغ مرحلة لا يعود في وسعها أخذ المزيد من الماء (أي تصبح منتفخة **turgid**) والماء الذي يعبر إلى السائل الخلوي (*) **cell sap**

(معادن وسكريات ذائبة) بقوة التناضخ (*) يصل إلى فجوته **vacuole** المركزية الكبيرة، فتتضخم حتى تبلغ حداها الأقصى ولا تستطيع تجاوزه لأن الضغط من الخارج (ضغط الانتفاخ) يتساوى مع القوة المعاكسة بجدار الخلية (*) **cell wall** الصلب (ضغط الجدار **wall pressure**). مثل هذه الخلايا تمكن النبتة من الثبات والانتصاب.



الذبول

• الذبول wilting. حالة من

التهدل تصاب بها النبتة التي تعرضت إلى ظروف معينة، كزيادة في الحرارة. تفقد النبتة في هذه الحالة كمية من الماء (بواسطة النتح **transpiration**) تفوق

الكمية التي تستطيع امتصاصها، فينخفض ضغط الانتفاخ (انظر الانتفاخ) في فجوات الخلايا، وتصبح الخلايا رخوة مترهلة لا تقوى على دعم النبتة، فتتهذّل.



انحلال السيئوبلازما

• إنحلال السيئوبلازما

plasmolysis. حالة متطرفة قد تتسبب بموت النبتة. تفقد النبتة في هذه الحالة كمية كبيرة من الماء، لا عن طريق النتح في ظروف الحرارة المرتفعة فحسب

(انظر الذبول)، بل عن طريق التناضخ (*) أيضاً مع تربة جافة جداً أو ذات تركيز معدني عال جداً. تنكمش بعد ذلك الفجوات (*) الخلوية إلى حد إبعاد السيئوبلازما (*) **cytoplasm** عن الجدران الخلوية (*).

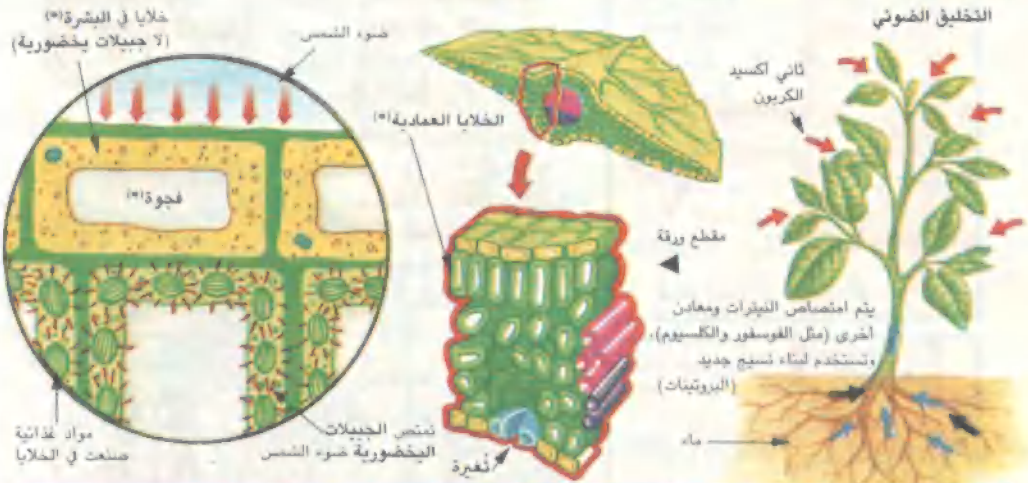


إنتاج غذاء النبات

● التخليق الضوئي photosynthesis

سلسلة من التفاعلات الكيميائية تصنع النباتات الخضراء بواسطتها غذاءها، وتجري بشكل رئيسي في الخلايا العمادية (*) palisade cells الموجودة في الأوراق. ويتحد ثاني أكسيد الكربون مع الماء (الذي يحتوي على المعادن) مستعيناً بالطاقة التي تمتصها الجبيلات الخضورية من ضوء الشمس، الأمر الذي

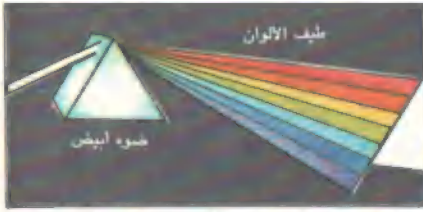
لمعظم النباتات القدرة على صنع غذائها الذي تحتاجه لكي تنمو وتحصل على الطاقة (بعكس الحيوانات التي تأخذها من الخارج). وتسمى العملية التي بواسطتها يتم صنع الغذاء المعقد انطلاقاً من مواد بسيطة، التخليق الضوئي photosynthesis.



● نقطتا التكافؤ compensation points

نقطتان في الأربع والعشرين ساعة (عادة حوالي الفسق والفجر) عندما تتكافأ عمليتا التخليق الضوئي والتنفس الداخلي (*) internal respiration (أنظر أعلى الصفحة التالية).





● **الخضاب pigments** مواد ماصة للضوء. يتألف الضوء الأبيض عادة من طيف ألوان مختلفة عديدة. وكل خضاب (أو صبغ) يمتص بعض الألوان ويعكس بعضها الآخر.



● **البيخضور chlorophyll** هو خضاب يوجد في كل الأوراق، ويمتص الضوء الأزرق والبنفسجي والأحمر فيما يعكس الضوء



الأخضر، ولذلك تبدو الأوراق خضراء اللون. وهناك أنواع أخرى من الخضاب توجد أيضاً في الأوراق كالبيسفور **xanthophyll** والكاروتين **carotene** وحمض التنيك **tannin** التي تعكس الضوء البرتقالي والأصفر والأحمر في الطيف، إلا أن البيخضور يحببها أثناء فصل النمو. وفي الخريف، يتحلل البيخضور فتظهر ألوان الأوراق الخريفية للعيان.

● ينتج الأكسجين إضافة إلى غذاء النبات.

يعمل التخليق الضوئي بالتنسيق مع عملية التنفس الداخلي (*) أي تحليل الغذاء لإنتاج الطاقة. ينتج التخليق الضوئي الأكسجين والكاربوهيدرات اللازمة لعملية التنفس الداخلي، في حين ينتج التنفس الداخلي ثاني أكسيد الكربون والماء (اللازمين لعملية التخليق الضوئي). وفي معظم الأحيان، تجري إحدى



العمليتين بسرعة تفوق سرعة الأخرى، وهذا يعني أنه قد تم صنع كميات مفرطة من منتجاتها في حين لم تصنع في النبتة كمية كافية من المواد اللازمة لها. وفي هذه الحالة ثمة ضرورة لتلقي الكميات الإضافية وتصريف الكميات المفرطة أو تخزينها (انظر الصورتين 2 و 4 على الصفحة المقابلة).

● **الجبيلات اليخضورية chloroplasts** جسيمات صغيرة موجودة في الخلايا النباتية (في الأوراق بصورة رئيسية) تحتوي على مادة صلبة تسمى البيخضور. يمتص البيخضور طاقة ضوء الشمس ويستعملها في إمداد التخليق الضوئي بالطاقة. وقد تتحرك الجبيلات اليخضورية في داخل الخلية وفقاً لكثافة الضوء واتجاهه، انظر أيضاً الصفحة 12.



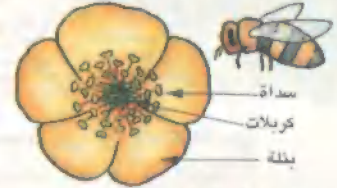
الأزهار

تحتوي الأزهار **flowers** في النبات على أعضاء التكاثر **reproduction** (أي أعضاء إنتاج حياة جديدة - انظر أيضاً ص 30) وفي النباتات الخنثية **hermaphrodite** - كالحوزان والخشخاش، تحتوي الأزهار على أعضاء التذكير والتأنث معاً. أما النباتات مزدوجة الجنس **monoecious** كالذرة مثلاً، فلها نوعان من الأزهار موجودان في النبتة نفسها: الأزهار السدائية **staminate** ذات أعضاء التذكير فقط، والأزهار المدقية **pistillate** ذات أعضاء التأنث فقط. أما النباتات منفصلة الجنس **dioecious** كالبنهشية **holly** مثلاً، فلها أزهار سدائية في نبتة وأزهار مدقية من نبتة منفصلة.

● **الكربي receptacle**. الطرف المتسع

للسويق، أو الزند **peduncle**. حيث تنمو الزهرة.

● **البتلات petals** بنى رقيقة، تكون عادة مختلفة الألوان زاهيتها وتحيط بأعضاء التكاثر. وغالباً ما تكون معطرة (الجذب الحشرات) وتعرف البتلات مجتمعة باسم **التويج corolla**.



● **الكاسيات sepals**. بنى صغيرة أشبه

بالأوراق تحيط بالبرعم، وتعرف مجتمعة باسم الكاس **calyx**. تبقى في بعض الأزهار وكأنها حلقة حول البتلات المتفتحة، فيما تذبل وتتساقط عند أزهار أخرى كالخشخاش.



● **المغذيات nectaries**. مناطق في

الخلايا تقع عند قاعدة البتلات وتنتج سائلاً سكرياً يسمى الرحيق **nectar**. هذا السائل يجذب الحشرات التي تقوم بتلقيح **pollination** الأزهار. ويُعتقد أن الخطوط المغممة التي تشاهد عند أسفل البتلات تدل الحشرات على الرحيق، فتسمى أدلة العسل **honey guides**.

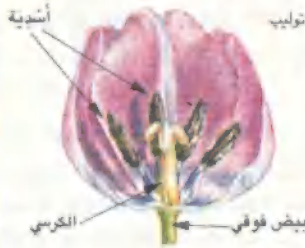
أعضاء التذكير

● **الأسدية stamens**. أعضاء التذكير.

لكل منها خيط **filament** يعطوه منبر **anther**. ويتكوّن كل منبر من أكياس الطلع **pollen sacs** التي تحتوي على غبار الطلع (*) **pollen**.



كيف يتم توزيع الأجزاء



● **زهرة تحت مائثية - hypogynous flower**. تقع الكريلة (أو الكرايل) في قمة الكرسي، وتنمو كل الأجزاء الباقية من حول قاعدتها. يسمّى وضع هذه الكريلة وضعاً فوقياً **superior**.



● **زهرة محيطيّة perigynous flower**. ترتكز الكريلة (أو الكرايل) على كرسي **receptacle** شبيه بالفنجان، أما الأجزاء الأخرى كلها فتنمو من حول إطارها. تكون الكريلة هنا في وضع فوقيّ.



● **زهرة علوية epigynous flower**. أجزاء الزهرة تنمو من قمة الكرسي الذي يحيط تماماً بالمبيض (أو المبايض) ولكنها لا تحيط بالسمة والقلم. مثل هذا المبيض يسمّى مبيضاً سفلياً **inferior**.

أعضاء التانيث

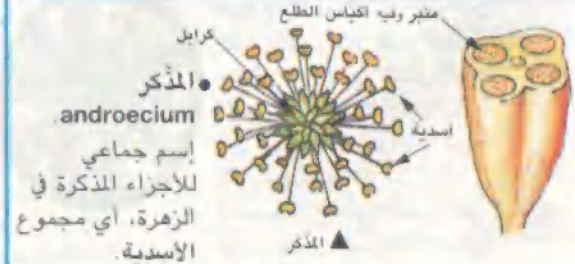
● **الكريلة carpel أو المدقة pistil**. عضو التانيث المتكون من المبيض والسمة والقلم. بعض الأزهار ذات كريلة واحدة وبعضها يحتوي على عدة كرايل مجتمعة.

● **المبايض ovaries**. بنى تانيثية. كل مبيض هو جزء من كريلة ويحتوي على بُذيرة أو عدة بذيرات **ovules** تحتوي الواحدة منها على خلية جنسية أنثوية. والبذيرة مثبتة بحبل **funicle** يشدها إلى جدار المبيض الداخلي المسمّى **المشيمة placenta**. أما الحبل فيرتبط بالبذيرة في نقطة تسمّى **الذُرّ chalaza**.

● **السمة stigma**. الجزء الأعلى من الكريلة. ويكون سطحها عادة دبقاً حتى تتمكن حبيبات اللقاح (●) **pollen** (أو غبار الطلع) من الالتصاق بها أثناء التلقيح (●) **pollination**.

● **القلم style**. جزء من الكريلة يصل ما بين السمة والمبيض. وثمة العديد من الأزهار ذات قلم واضح، كالترجس الكاذب **daffodil**، فيما تتميز أزهار أخرى بقلم قصير جداً كالخوذان **buttercup** وثمة أزهار ليس لها قلم على الإطلاق كالخشخاش **poppy**.

● **المأنت gynaecium**. اسم جماعي للأجزاء المؤنثة في الزهرة المكوّنة من كريلة واحدة أو من عدة كرايل.



التكاثر في النباتات المزهرة

التكاثر reproduction هو خلق حياة جديدة. تتناسل النباتات المزهرة جميعها بالتكاثر الجنسي (*) sexual reproduction، وذلك عندما تتحد العروس (gamete) الذكرية (خلية جنسية) مع العروس الأنثوية. وفي النباتات المزهرة توجد العرائس الذكرية (مجرد نوى ذكرية) (*) (male nuclei) في غبار الطلع أو حبيبات اللقاح، فيما توجد العرائس الأنثوية في البذيرات.



● غبار الطلع أو اللقاح pollen، حَبَبَات تشكّلها أشدية (*) stamens الأزهار. وكل حَبَبَة هي خلية خاصة ذات نواتين (*) nuclei. فعندما تستقر حبيبة اللقاح على المبيض (*) ovary، تنتشر إحدى النواتين (وهي النواة التوليدية generative nucleus) إلى نصفين مشكلة بذلك نواتين ذكريتين (الأجسام التكاثرية - انظر المقدمة).

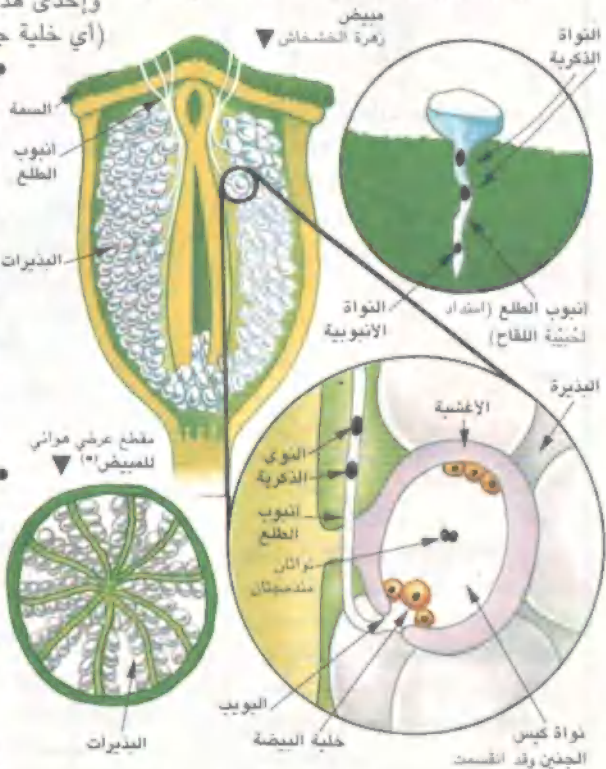
يوجد فيها ثقب دقيق (البؤبؤ micropyle). وقبل الإخصاب تنقسم نواة (*) كيس الجنين عدة مرات (انظر التكاثر العروسي، الأنثوي ص 95). ويؤدي ذلك إلى نشوء عدد من الخلايا الجديدة (التي يصبح بعضها جزءاً من مخزون غذاء البذرة) ونواتين عاريتين تندمجان معاً. وإحدى هذه الخلايا هي العروس (gamete) (*) (أي خلية جنسية أنثوية) أو خلية البيضة.

● البذيرات ovules، البنى الدقيقة الموجودة في جسم الزهرة المؤنث أو المبيض (*). والتي تتحوّل بعد الإخصاب إلى بذور. تحتوي كل بذيرة على خلية بَيْضِيَّة (كيس الجنين embryo sac) محاطة بطبقات نسيجية تُسمّى الأغشية integuments، باستثناء نقطة واحدة

● التآثير pollination أو التلقيح العملية التي تنقل بواسطتها حبيبة اللقاح نواها الذكرية (انظر غبار الطلع) إلى مبيض (*) الزهرة. فالحبيبة تحط على السمة (*)

stigma وتكوّن أنبوب الطلع pol-len tube تحت سيطرة النواة الأنبوبية tube nucleus (تلك التي لم تنقسم - انظر غبار الطلع). ينمو الأنبوب نحو الأسفل عبر نسيج المبيض ويدخل البذيرة عبر البؤبؤ، بعدئذ تسلكه النواتان الذكريتان.

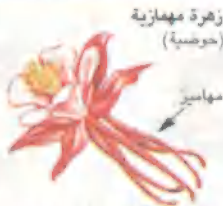
● الإخصاب fertilization بعد التآثير، تتحد إحدى النواتين الذكريتين (انظر غبار الطلع) مع خلية البيضة في البذيرة لتشكّل معاً الزيج (*) zygote (أي الخلية الأولى من النبتة الجديدة) أما النواة الثانية فتتحد مع النواتين الأنثويتين المندمجتين فتنتج الخلية التي تتطور فيما بعد إلى البذراء الداخلية endosperm.



أنواع الأزهار وتشكيلاتها



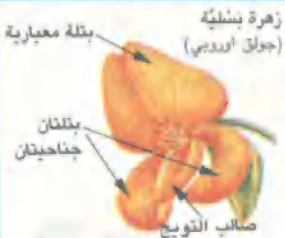
جُرَيْس (جُرَيْس قُرَاصِي)
● الجُرَيْس bell flower. يسمّى أيضاً زهرة أنبوبية tubular زهرة جُلْجُلِيَّة campanulate. تتصلّب بتلاتها لتشكل جرساً.



زهرة مَهْمَازِيَّة (حَوْصِيَّة)
● زهرة مَهْمَازِيَّة spurred flower. زهرة ببنته أو بتلات ممتدة إلى الوراء مشكّلة مَهْمَازِيْن.



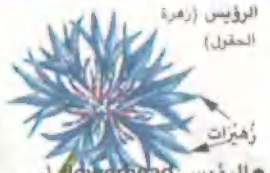
زهرة مَشْفَهة (ناعمة مرجحية)
● زهرة مَشْفَهة flipped flower. زهرة ذات «شفتين»، عليا وسفلى، وغالباً ما يكون للشفة العليا قلنسوة.



زهرة بَشْلِيَّة (جولق أوردوي)
● زهرة بَشْلِيَّة pea flower. زهرة تتألف من بتلة عليا (المعيارية) وبتلتين جانبيتين (الجناحين) وبتلتين سفليتين تشكلان صالِب التّوِيج keel (يضم الأعضاء التناسلية).



نُورَة (سِتَار مَزهر)
● النُورَة inflorescence. مجموعة أزهار أو رؤُوسات تنمو من نقطة واحدة.



الرؤُوس (زهرة الحقل)
● الرؤُوس flowerhead أو الزهرة المركبة. عنقود أزهار صغيرة أو زُهيرات florets.



أقحوان الزرد
● زُهيرات قرصية زهرة قرصية الزُهيرات القرصية. زُهيرات ذات بتلات متساوية الحجم.



في العالم الوردي
● زهرة شعاعية زُهيرات شعاعية الزُهيرات الشعاعية. زُهيرات ذات بتلة طويلة واحدة.



خيميّة (جذر بري)
● الخيميّات umbellifer. نُورَة رؤُوساتها ذات شكل مظليّ. وتسمّى الخيميّات umbels.



● التّابِير المختلط cross pollination. تابِير نَبْتِيّة بطلع نَبْتَة أُخْرَى من نوعها (فالطلع إذا وقع على نَبْتَة من نوع آخر لا ينمو، أي أنه لا ينمّي أنابيب الطلع). والطلع يمكن أن يحمله الهواء أو الحشرات التي تسعى إلى رشف الرحيق (nectar).



● التّابِير الذاتي self pollination. تابِير نَبْتِيّة بطلعها. وعلى سبيل المثال نحاول زهرة سَحْلَبِيَّة النحل أن تجتذب ذَكَر نحل Eucera (من أجل تَابِير مختلط) وذلك بأن تبذّر كأنثى نحل لها الرائحة نفسها، وإذا لم يزرها ذَكَر النحل فإن أسديتها (*) (الأجزاء الذكورية) تنحني على ذاتها فتُنْقَل الطلع إلى السمة (*) في مبيضها (*) (الأجزاء الأنثوية).

البذور والانتاش

بعد الإخصاب (*) fertilization في النباتات المزهرة، تنمو البذيرة (ovule) لتصبح بذرة seed. تحتوي البذرة على الجنين embryo، وهو نبتة جديدة نامية، إضافة إلى مخزون من الغذاء. أما المبيض (ovary) فيتحوّل بعد نضوجه إلى ثمرة تحمل بذرة أو بذوراً. توجد على الصفحة 34 لوحة تتضمن ثماراً مختلفة.

بإحدى طريقتين رئيسيتين استناداً إلى كون الثمرة إما مُتفتحة أو مُطبقة.

• التشتيت dispersal أو الانتشار dissemination. انتشار البذور الناضجة وتساقطها من ثمرة النبتة الأم، ويحدث ذلك

• ثمرة مُطبقة indehiscent. ثمرة تنفصل عن نبتتها الأم وتتحوّل ناشرة بذورها. مثال ذلك أن «مقاتح» القيقب الدلبي الكاذب أو «مقاتح» الهندياء



الهندياء البرية (الطرخشقون) تحمل بالهواء فتعلق بفراء الحيوانات وصوفها، بعد ذلك



تهترى الثمرة في التربة، فتعري بذورها. وقد تاكل الحيوانات الثمرات القابلة للأكل ثم تخرجها بعد حين مع برازها.

• ثمرة مُتفتحة dehiscent. ثمرة تنفخ عنها البذور قبل أن تنفصل عن النبتة الأم، وعلى سبيل المثال، يوجد في جزو الخشخاش ثقب



تنفذ عبرها البذور عندما يهز الهواء الجزو. ومن الثمار المتفتحة الأخرى قرون القوطيوس broom pods، التي تفتتح طبيعياً «فتقذف»



البذور إلى الخارج. وفي كل الحالات تنتشر البذور إما بواسطة الهواء أو الماء أو وسائل أخرى.

• أرضي hypogaeal، نوع من الإنتاش

germination كما هو الحال عند نبتة البازلاء، إذ تبقى فلقنا cotyledons البذرة تحت سطح الأرض، مغلفتين بالغذفة testa في حين أن السبذ هو الجزء الوحيد الذي يظهر فوق الأرض.



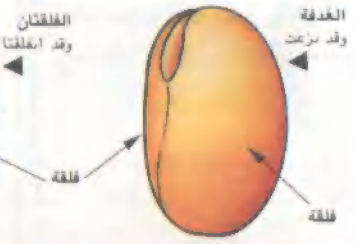
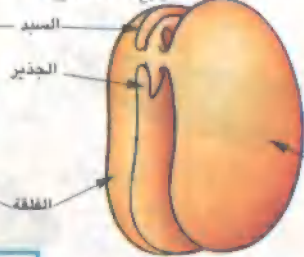
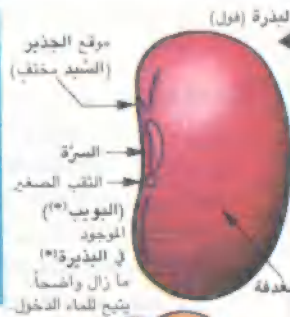
الانتاش

عندما تكون الظروف ملائمة تنتش البذرة. يخترق السبذ plumule والجذير radicle غلاف البذرة، وتبدأ بالنمو لتتحول إلى نبتة جديدة أو بادرة seedling.

أجزاء البذرة

- **السرة hilum**، علامة في البذرة تشير إلى المكان الذي كانت البذيرة (*) ترتبط فيه بالمبيض (*).
- **الغلفة testa**، غطاء البذرة الذي ينمو من الأغلفة integuments.

- **السبب plumule**، البرعم الأولي الذي يتكون في داخل البذرة ويتطور فيما بعد إلى فرع النبتة الجديدة الأول.
- **الجذر radicle**، الجذر الأول أو الجذر الأولي -prim- ary root في النبتة الجديدة، ويتكون في داخل البذرة.



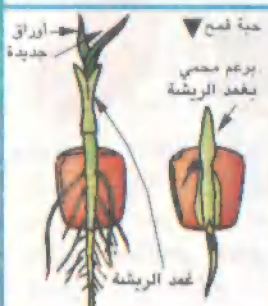
- **الفلقة cotyledon** أو الورقة البذرية seed-leaf. ورقة بسيطة تشكل جزءاً من النبتة النامية. وفي بعض البذور (الفول) تمتص الفلقة الغذاء من البذرة الداخلية وتخزنه. ذات الفلقة monocotyledons (الأعشاب)، وفلقتان في النباتات ذات الفلقتين dicotyledons (الفول والبازلاء).



- **البذرة الداخلية endosperm**، طبقة نسيجية في داخل البذرة تحيط بالنبتة النامية وتمنحها الغذاء. وفي بعض النباتات (كالبازلأء) تمتص الفلقتان cotyledons البذرة الداخلية كلها وتخزنه قبل أن تنضج البذرة، أما في بعض النباتات الأخرى فلا تمتص البذرة الداخلية بكاملها إلا بعد إنبات البذرة.

- **غمد الريشة coleoptile**، الورقة الأولى في العديد من ذوات الفلقة الواحدة (أنظر الفلقة). تحمي البرعم الأول. وتخرج الورقات الأولى منها.

- **سطحي epigeal**، نوع من الإنبات، كما هو الحال عند نبتة البندورة، تظهر فيه الفلقتان فوق سطح الأرض وتحت الورقتين الأوليين. أي الورقتين الحقيقيتين.



الأكثار الاصطناعي

• الإكثار الاصطناعي artificial

propagation. طريقة تجارية في الزراعة والمشاتل الزراعية تستفيد من التكاثر الخضري **vegetative reproduction**. إن كون النباتات الجديدة لا تنمو بالضرورة دائماً من بذور يعني أنه بالإمكان زيادة إنتاج النباتات تجارياً زيادة كبيرة عما هو موجود في الطبيعة.



• **التقليم cutting**. عملية نزع جزء من جذع (الاقلام) النبتة الأم وزرعها في التربة فتنمو نبتة جديدة. وفي بعض الحالات توضع الاقلام أولاً لبعض الوقت في الماء حتى تربى جذوراً.



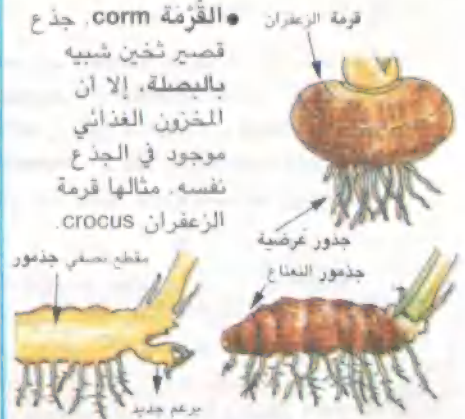
• **التطعيم grafting**. عملية نزع قطعة من جذع النبتة وإعادة لصقها في مكان آخر. ويمكن أن يجري الإصاق في مكان آخر من النبتة ذاتها. ويعرف ذلك بالتطعيم الذاتي **autografting**. أو في نبتة أخرى من النوع نفسه (التطعيم المتجانس **homografting**) أو في نبتة من نوع آخر (التطعيم اللامتجانس **heterografting**). أما القطعة المنزوعة فتسمى **الغسلج scion**. في حين يُسمى مكان التطعيم **المطعم stock**.



• **البرعمة budding**. نوع من التطعيم بالبرعم.

• القُرمة corm. جذع

قصير ثخين شبيه بالبيضة. إلا أن المخزون الغذائي موجود في الجذع نفسه. مثالها قرمة الزعفران **crocus**.



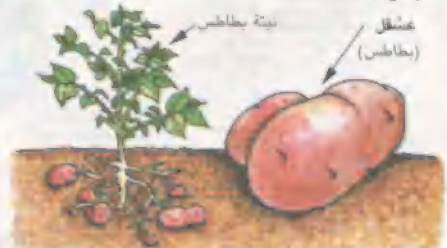
• الجذمور rhizome. جذع ثخين ذو أوراق

حرفشفية، ينمو أفقياً تحت سطح التربة. وينتج الجذمور على مدى طوله جذوراً وبراعم تنمو منها قروخ جديدة. وهناك العديد من الأعشاب التي تنتج الجذامير فضلاً عن السرخسيات والسوسنات.



• الرند stolon أو runner. جذع ينمو

أفقياً على مقربة من قاعدة بعض النباتات كالفريز (الفراولة). ومن الرند تنمو جذور من نقاط معينة تنطلق منها كذلك نباتات جديدة.



• الغسلج tuber. جذع قصير ممتلئ مطمور

يحتوي على مواد غذائية مخزنة وينتج براعم تنمو منها النباتات الجديدة. مثاله البطاطس.

تركيب أجسام الحيوانات

توجد الحيوانات بأشكال كثيرة التَنوع تتراوح بين العضويات البسيطة وحيدة الخلية والعضويات المركبة من الـوف الخلايا. وتَعمد إلى حد كبير طريقة تصنيفها (*) classification ، أي تقسيمها إلى مجموعات، على مدى تعقد تركيب أجسامها. وبهذا المعنى كثيراً ما تستخدم لفظنا الحيوانات العليا higher animals والحيوانات الدنيا lower animals. إذ كلما كان الحيوان أعلى تعقّد أعضاؤه الداخلية. وبشكل عام فإن من خصائص الحيوانات العليا المميّزة تشدّفها ووجود فجوات في أجسامها وامتلاكها هيكلًا معيّنًا.

الديدان على سبيل المثال، ولدى كثيرات الأرجل (*) myriapods. أما التشدّف الأكثر تعقيداً فهو أقل وضوحاً. فالحشرات مثلاً ذات جسم ينقسم إلى ثلاثة أجزاء رئيسية هي الرأس والصدر thorax والبطن abdomen. وكل جزء منها يمثّل في الحقيقة مجموعة من الشدّف تُسمّى قُسامة tagma ولكن الشدّف غير مقسّمة بواسطة جدران داخلية، وإنما تبدو بمثابة علامات خارجية.

● التَشْدَفُ segmentation. تقطّع الجسم إلى أقسام أو شُدَف منفصلة. وذلك في خطوة نحو التعقّد انطلاقاً من جسم غير مقطع. وبشكل عام، فكلما تعقد الحيوان كانت الشدّف أقل وضوحاً. أما الشكل الأكثر بدائية من أشكال

التشدّف القسامي عند دودة الأرض



التشدّف فهو التَشْدَفُ القُسامي metameric segmentation أو metamerism. والشُدَف أو القُسامات قطع متشابهة إن لم تكن متطابقة. فكل واحدة تحتوي على أجزاء متطابقة إلى حد ما من الأجهزة الداخلية، ومتراكبة في ما بينها عبر الجدران الداخلية التي تفصل بين الشدّف. ومثل هذا التشدّف يوجد لدى أكثر



● الزائدة appendage. قسم تابع للجسم، أي قسم يبرز من الجسم كالذراع أو الرجل أو الجناح.

● التناظر الشعاعي radial symmetry

ترتيب شعاعي لأقسام الجسم حول محور مركزي (مثل نجمة البحر)، يصنّف معه تقسيم الجسم تناظرياً بعدة طرائق (وأحياناً بمستويات مختلفة). وعند الأزهار يُسمّى هذا النوع من الترتيب تناظراً شعاعياً actinomorphy (الحوذان).



ترتيب الأجزاء

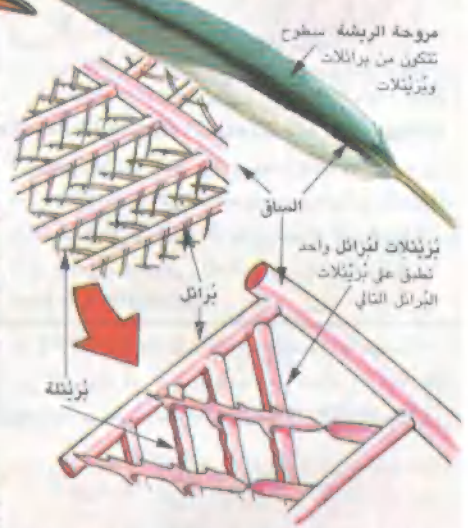
● التناظر ثنائي الجانب

bilateral symmetry

ترتيب أجزاء الجسم لا تصنّف معه إلا طريقة واحدة تقسم الجسم إلى نصفين متناظرين. وهو تشكيل يميز معظم الحيوانات المتحركة بحرية. وتسمى الحالة نفسها عند الأزهار تناظراً زيجياً zygomorphy (مثاله زهرة الخنثى).

الريش

تتكوّن الطبقة الصامدة للماء التي تغطّي أجسام الطيور من الريش feathers. والريشة عبارة عن بنية خفيفة مكونة من مادة ليفية قرنية تدعى الكيراتين keratine. ولكل ريشة ساق shaft (أو زُنْد rachis) محورية تنبثق منها خيوط رفيعة تسمى البُرَائِل barbs. وتتمتع بُرَائِل الريش الكفائي con- tour feathers - أي مجمل الريش ما عدا الريش الزغابي أو السفلي down feathers - بخيوط دقيقة تسمى بُرَيْنَلَات barbules. وكشعر الجسم فإن للريش أطرافاً عصبية متصلة به، فضلاً عن عضلات تنفّسه لتدخل الهواء إليه لحفظ الحرارة (انظر العضلات ناصبة الشَّعْر، ص 182)



● ريشُ الطيران remiges (مفردها remix) أو flight feather. هو الريش الموجود في جناحي الطير ويتألف من الريش الأولي أو الأوليات primaries والريش الثانوي الأقصر أو الثانويّات secondaries.

● الريش السفلي down feathers أو الرُّغَابَات plumules. ريش منفوش خفيف ومؤقت موجود عند الطيور الصغيرة اليافعة، وهو ذو بُرَائِل مرنة ولكن ليس فيه بُرَيْنَلَات حقيقية. ويحتفظ بعض أنواع الطيور البالغة ببعض الريش السفلي بمثابة طبقة عازلة قريبة من الجلد.

● جُرْبِيَّات الريش feather follicles. جُرْبِيَّات صغيرة في جلد الطيور. تخرج من كل جُرْبِيْب ريشة واحدة، كما تخرج الشعرة من جُرْبِيْب الشعرا*. تنمو الخلايا الموجودة عند قاعدة الجريب نحو الأعلى وإلى الخارج لتشكل الريشة، ثم تموت فتتصلب وتقسو.

الحيوانات السباحة

إلى صف السمكة، أنظر ص 113). وللأسماك مجموعتان من الزعانف هما الزعانف المتوسطة والزعانف المزدوجة.

أطروط ▼

عند بعض الأسماك تكون الزعنفتان الحوضيتان أمام الزعنفتين الصدريتين



المثانة الهوائية air bladder أو swim bladder.

جراب مملوء بالهواء موجود في جسم معظم الأسماك العظمية (صف العظميات*) (osteichthyes)، فالسمكة تغير كمية الهواء داخل المثانة بحسب العمق الذي تسبح فيه، فتحافظ على بقاء كثافتها مساوية لكثافة الماء فلا تغوص إذا ما توقفت عن السباحة.

الزعانف fins. أجزاء متخصصة ناتئة من جسم السمكة تستعمل للتوازن ولتغيير الاتجاه. وتدعم الزعانف شعاعات rays - وهي عصبية عظمية أو غضروفية(*) cartilage (استناداً

الزعانف المتوسطة median fins. الزعانف التي تتوزع على طول ظهر السمكة وبطنها. وفي بعض الأسماك، كالانقليس، تشكل زعنفة واحدة طويلة. ولكنها تنقسم عند معظم الأسماك إلى زعانف ظهرية dorsal وذيلية caudal وشرجية anal (أو بطنية ventral). تضبط الزعنفتان الظهرية والشرجية تغيير الاتجاه، أما الذيلية فتساعد في دفع السمكة في المياه.

الزعانف المزدوجة paired fins. زعانف السمكة التي تبرز من جانبيها أزواجا، وهما: الزعنفتان الصدريتان والزعنفتان الحوضيتان، ويكمن دورها في ضبط الحركة صعوداً أو هبوطاً.

المتوسطة median أو medial تعني الواقعة على الخط الفاصل بين الجانبين الأيسر والأيمن.
الظهرية dorsal تعني على الظهر أو السطح العلوي
الذيلية caudal تعني الذيلية أو الخلفية
الذيل caudate تعني امتلاك ذيل
البطنية ventral تعني «الأسامية أو التحتية».

الحيوانات الطائرة

العضلتان الصدريتان pectoralis muscles.

زوج من العضلات الصدرية الكبيرة الموجودة عند معظم الثدييات(*) mammals، ولكنهما متطورتان عند الطيور خصوصاً. لكل جناح صدريّة كبيرى وضدريّة صغرى متصلتان عند طرف واحد بالصالب keel وهو امتداد كبير لعظمة الصدر.

الحيوانات المشية

حافري المشية unguligrade.

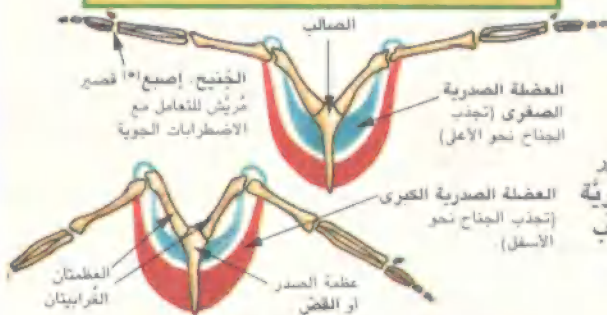
تسير على حوافر مثل الحصان.

إصبعي المشية digitigrade.

على باطن أطراف السيقان (الكلاب).

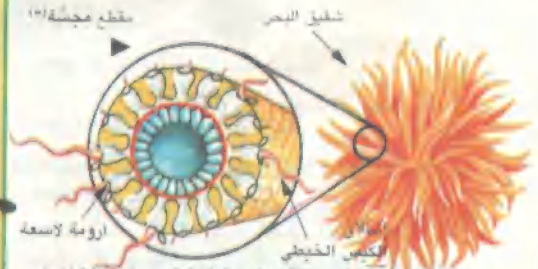
أخفصي المشية plantigrade.

يسير على باطن كل القدم (الإنسان).



اغذاء الحيوانات

تتغذى الحيوانات بطرق مختلفة وبواسطة أعضاء مختلفة. ولبعضها إواليات داخلية متخصصة تتعامل بها مع الغذاء (ولبعضها الآخر أجهزة هضمية digestive systems شبيهة بجهاز الإنسان، أنظر ص 66-76). في ما يلي بعض أجزاء الأجسام الحيوانية التي تشترك في عملية الاغذاء والهضم.



● الأرومات اللاسعة cnidoblasts أو الخلايا الخيطية thread cells. خلايا خاصة موجودة بأعداد كبيرة على مجسّمات (tentacles) معانيات الجوف (coelenterates) كشقيق البحر. وتستخدم في التقاط الغذاء. تحتوي كل خلية على كيس خيطي nematocyst، وحين تلامس المجسّم شيئاً ما تنطلق الخيوط لتلتصق به أو لللسعة.



● الفاصل diastema (جمعها diastemata). فجوة بين الأسنان الأمامية والخلفية عند كثير من الحيوانات العاشية. وهو هام عند القوارض خاصة، تستخدمه لجذب خديها إلى الداخل بحيث لا يتبلع المواد التي تفرسها. ● الأسنان اللاحمة carnassial teeth. النّاجذ (premolar) (٥) الأعلى الثاني والرّجى (٥) molar الأولى السفلية اللذان تستخدمهما الحيوانات المفترسة لتمزيق اللحم وسحق العظام.

● المَفَقَات (٥) radula. لسان قرصي عند عديد من الرخويات (٥) molluscs كالبرّاق. وهو مغطى بأسنان دقيقة تستخدم في برّد الغذاء.

أقسام الفم عند مفصليات الأرجل

يتكوّن الفم عند مفصليات الأرجل (٥)

arthropods، كالحشرات، من أقسام عدة مختلفة. وقد تبدو هذه الأقسام شديدة الاختلاف اعتماداً على طريقة اغتذاء الحيوان. أقسام الفم الأساسية عند كافة الحشرات هي: الفك السفلي mandible والفك العلوي maxilla والشفة العليا labrum والشفة السفلي labium. يوجد الفك العلوي والسفلي عند العديد من المفصليات الأخرى كالسرطان ومثوي الأرجل (بعض هذه المفصليات لديها زوجان من الفكوك العلوية).

تقلّص الفكوك العليا للفرشات والفت وما شابهها من الحشرات مع بعضها لتشكل أنبوباً ماصاً يسمى الخرطوم



الاغذاء بالتصفية

filter-feeding «غريلة»

الغذاء من الماء التي

يُمارسها العديد من

الحيوانات المائية. فالإوز

البحري مثلاً، يغريل

العضويات الدقيقة أو

العوالق (٥) plankton،

بواسطة أذرع تُسمى

الغذبات cirri. وبعض

الحياتن يستخدم صفيحات

قرنية تتدلى من الفك الأعلى

وتسمى البلين baleen، أو

العظلة الحوتية

whalebone. لغريلة

حيوانات صغيرة قريدسية

الشكل (كريل)



البُنى الهضمية

● **الحوصلة crop**. جيب رقيق الجدران يشكل جزءاً من المريء^(*) oesophagus عند الطيور، وتوجد أيضاً بنية شبيهة بالحوصلة عند بعض الديدان (كدودة الأرض) والحشرات (كالجُنْدَب). ويخزن الطعام في الحوصلة قبل توجيهه إلى القانصة.

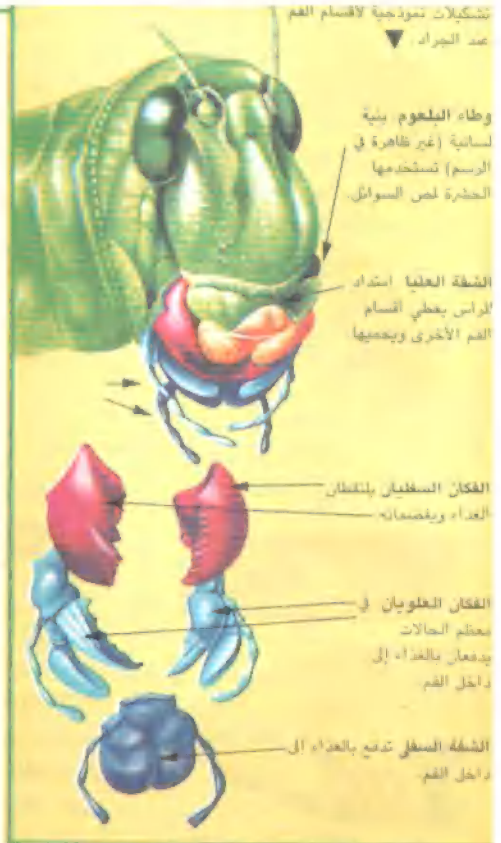


● **القانصة gizzard**. جيب عضلي سميك الجدران يقع في أسفل المريء لدى الحيوانات ذات الحوصلة. فهذه الحيوانات لا أسنان لها ولذلك يُطحن الطعام في القانصة. وتبتلع الطيور بعض الحصى لتقوم بدور حجر الرخى، أما الحيوانات الأخرى فتقوم جدران القانصة العضلية أو البنى الناتئة منها الشبيهة بالأسنان بهذه المهمة.



● **الأعور caecum**. أي كيس مسدود في الجسم وخصوصاً ذاك الذي يشكل جزءاً من جهاز هضمي. ويشكل عند بعض الحيوانات، كالارنب مثلاً، موقعا لمرحلة مهمة من مراحل الهضم (تشتمل على تفكيك السليلوز^(*) بالبكتيريا - انظر الكرش rumen). وليس للأعور وظيفة واضحة عند كائنات أخرى كالإنسان (انظر الأمعاء الغليظة^(*) large intestine).

تشكيلات نموذجية لأقسام الفم عند الجراد. ▼



● **الكرش rumen**. التجويف الكبير الأول من «المعدة» المركبة عند بعض الحيوانات الثديية^(*) mammals العاشبة (كالبقرة)، الذي يدخله الطعام غير ممضوغ. ويحتوي الكرش على بكتيريا بإمكانها تحليل السليلوز^(*) cellulose. تخرج الحيوانات الأخرى هذه المادة مع البراز، ولكن العاشبات لا تحتل القيام بذلك. لأن السليلوز يشكل مجمل غذائها (العشب). أما الغذاء نصف المهضوم الذي سبق له أن عولج في التجويف الثاني أو الإنفحة reticulum، فيعود ثانية إلى الفم ليُجتر. وحين يُبتلع ثانية فإنه يتجاذر التجويفين الأولين (الكرش والإنفحة) ليعالج في التجويفين الثالث (ذات التلافيف omasum) والرابع (المنفحة abomasum)، اللذين يشكلان المعدة الحقيقية.

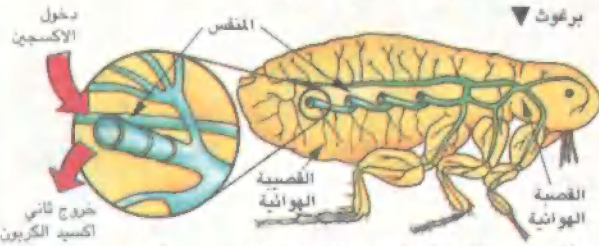
تنفس الحيوانات

تتألف عملية التنفس المعقدة من عدد من المراحل (انظر مقدمة ص 70). وبشكل أساسي فإن الأكسجين يدخل إلى الجسم فتستعمله خلاياه في تفكيك الغذاء، فيما يُزفر ثاني أكسيد الكربون من الخلايا والجسم. في ما يلي أدناه بعض أعضاء التنفس الرئيسية عند الحيوان.

● المنفَس spiracle. أي فتحة يجري عبرها تبادل غازي

الأكسجين وثاني أكسيد الكربون (مثل منفس الحوت blowhole). وهذا المصطلح يستخدم تخصيصاً للدلالة على أي ثقب دقيقة (كما يسمى أيضاً ثغرة stigma) في مفصليات الأرجل (*) artropods، كالحشرات.

برغوث



● القصبات الهوائية tracheae. أنابيب رفيعة تمتد من

المنافس spiracles عند مفصليات الأرجل (*) arthropods (كما عند كل الحشرات والعناكب الأكثر تطوراً). وتتشكل شبكة

داخلية تتفرع غالباً إلى أنابيب أضيق تعرف باسم القصبات tracheoles.

يمر الأكسجين المستنشق من الهواء عبر جدران

الأنبوب إلى خلايا الجسم، ويخرج ثاني أكسيد الكربون منه.

● الرئات الكتابية book lungs

أعضاء تنفسية مزدوجة موجودة لدى

العقارب (التي لها أربعة أزواج) ولدى بعض العناكب

غير المتطورة (التي لها زوج أو زوجان). يحتوي كل زوج على

صفائح نسيجية عديدة

مملوءة بالدم ومزينة مثل صفحات الكتاب. يندفع الأكسجين عبر

شقوف (منافس). شق لكل رئة كتابية، فيمتصه الدم الموجود

فيها، فيما يخرج ثاني أكسيد الكربون بالطريقة ذاتها عكسياً.

رئوية كتابية

مملوءة بالدم

دخول الأكسجين

المنفس

المنفَس spiracle. أنبوب يدخل الماء إلى

الخياشيم (ممص شهيق inhalant siphon)

أو يخرجها منها (ممص زفيري exhalant siphon)

(siphon) عند العديد من الحيوانات المائية

الخياشيم

الخياشيم gills أو

branchiae. أعضاء التنفس

عند معظم الحيوانات المائية،

وتحتوي على العديد من

الأوعية الدموية، فالأكسجين

يُمتص من الماء العابر في

الخياشيم فيذهب إلى الدم.

أما ثاني أكسيد الكربون فيمر

بطريقة عكسية. وثمة نوعان

من الخياشيم هما: خياشيم

داخلية internal وخياشيم

خارجية external.

التنفس بواسطة الخياشيم

1. يدخل الماء الفم



الصفحة تقلل



2. يغفل الدم وتفتح الصفحة



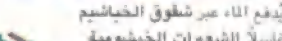
يُدفع الماء عبر شقوق الخياشيم

غاسلاً الشعيرات الخيشومية



يُسقط الماء نحو

الخارج بين الصفحة وجدار



الجسم.

الدنيا (انظر الصورة، ص 37). يطلق عل

الممص الزفيري عند رأسيات الأرجل (*)

cephalopods (كالأخطبوط) اسم

هيبونوم (*) hyponome.

(*) رأسيات الأرجل 112. مفصليات الأرجل. هيبونوم 47

الإفراغ عند الحيوانات

● الإفراغ excretion أو التخلص من المواد المانعة أمر حيوي بالنسبة إلى الحياة. فهو وسيلة للتخلص من مواد مضرّة وللحفاظ على حالة توازن سوائل الجسم (انظر الاستتباب homeostasis ص 105).

● الفجوات القالصة contractile vacuoles

أكياس دقيقة لضبط الماء في عضويات الماء العذبة وحيدة الخلية. يدخل الماء القائض إلى الفجوة عبر أقتية عديدة منتظمة حولها. وعندما تمتلئ الفجوة تماماً تنقلص فتتفجر قاذفة بالماء الذي يخترق الغشاء الخلوي إلى الخارج.



● الكلّيوّات nephridia (مفردها nephridium)

أنابيب تجمع الفضلات في العديد من الديدان ويرقات (*) larvae الكثير من الرخويات (*). أما في الديدان العليا فتتجمع الفضلات في الجوف العام (*) coelom (الصورة ص 37). وللديدان الدنيا ويرقات الرخويات كليّوات أكثر بدائية تسمى كليّوات أولية protonephridia. تدخلها الفضلات السائلة عبر خلايا لهيئة جوفاء (خلايا أنبوبية solenocytes) تحتوي على أهداب (*). كالشعيرات. وفي كلاً الكليوة والكليوة الأولية تذهب الفضلات عبر ثقيب الكليوة.



● أنابيب مليغبي Malpighian tubules

أنابيب طويلة عند مفصليات الأرجل (*) كالخشرات. تحمل الفضلات الذائبة من فجوة الجسم (*) haemocoel الرئيسية إلى المعى الخلفي. انظر الصورة ص 37.



● الخياشيم الداخلية internal gills. أشكال

من الخياشيم داخل أجسام مختلف الأسماك ومعظم الرخويات (*) molluscs كالبطليّوس والقشريات (*) crustaceans كالسرطان. ولعظم الأسماك أربعة أزواج خياشيم بينها أقتية تسمى شقوقاً خيشومية gill slits. وعند الأسماك الأكثر تطوراً تكون الخياشيم مغطاة بطيئة تسمى صمّة operculum. أما الأسماك البدائية فتنتهي خياشيمها بفثحات في الجلد على جانبي الرأس. ويتألف كل خيشوم من قضيب منحني يسمى قضيب الخيشوم مغطى بشعيرات خيشومية دقيقة عديدة تنبت منها رقائق بشكل شعاعي. وكل هذه البنى تحتوي على أوعية دموية.

● الخياشيم الخارجية external gills. توجد

خارج الجسم عند معظم الأسماك والبرمائيات (*) وذلك في أطوارها اليافعة الأولى، كما توجد عند بعض البرمائيات البالغة والأطوار المائية اليافعة عند بعض الحشرات (يرقات (*) larvae ذبابة الكاديس وخواريات (*) nymphs ذبابة أيار). أما شكل الخيشوم الخارجي الصحيح فيعتمد على نوع الحيوان، ولكنه في حالات عديدة ليس سوى نماء «هدهدي» في الرأس.

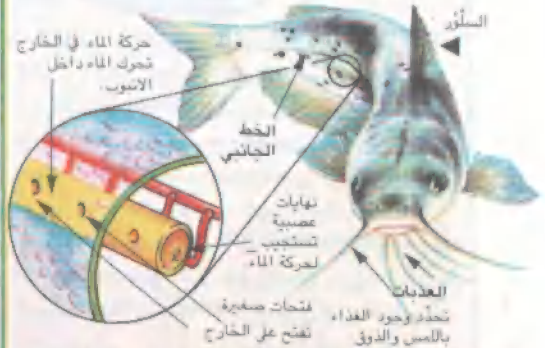


حواس الحيوانات واتصالها

تظهر جميع الحيوانات بعض الحساسية *sensitivity* (أو *irritability*)، أي الاستجابة للمحفزات الخارجية كالضوء والاهتزازات الصوتية. ويمتاز الإنسان بمستوى رفيع من التطور الحسي الكلي، بيد أن الحس الفردي عند الحيوانات الأخرى قد يكون أفضل تطوراً (النظر الحاد مثلاً عند العقاب). ندرج فيما يلي بعض أعضاء الحس الرئيسية لدى الحيوان (وأقسامها). فالأقسام المستجيبة تبعث «رسائل» (نبضات عصبية) إلى الدماغ (أو المركز العصبي الأشد بداعة) الذي سرعان ما يبدأ الاستجابة ورد الفعل.

السمع والتوازن

● **الخطان الجانبيان lateral lines**، أنبويان مملوءان بالماء يمتدان على طول جانبي الجسم تحت الجلد مباشرة. وهما موجودان عند كل أنواع السمك، وكذلك عند البرمائيات (*) *amphibians* التي تمضي معظم وقتها في الماء كبعض أنواع العُلجوم. وهما يساعدان الحيوان على تتبع التيارات المائية وتغيرات الضغط بما يسمح له بالاهتداء إلى طريقة.



● **الأعضاء الطبلية tympanal organs** أو *tympani* الطبلات. كواشف للصوت توجد عادة في أسفل الجسم، أو في الأرجل عند بعض الحشرات كالصرصار، أو في الرأس عند بعض البرمائيات (*) كالضفادع. والطلبة كيس هوائي مغطى بطبقة نسيجية رقيقة. وتستجيب الألياف الحسية في هذه الأعضاء للصوت عالي التردد.

● **أكياس التوازن statocysts**. أعضاء توازن صغيرة موجودة عند كثير من اللافقاريات (*)

المائية كقنديل البحر، تحتوي على جسيمات صغيرة تسمى حصوات التوازن *statoliths* وهي جسيمات رملية. فعندما يتحرك الحيوان تتحرك الحصوات مثيرة الخلايا الحسية التي تستجيب بدورها.

اللمس والشم والذوق



● **الرُبَّاني antenna**. أعضاء حس ذات شكل سوطي تتصل بالرأس عند الحشرات وكثيرات الأرجل (*) *myriapods* (كمئويات الأرجل والفيات الأرجل) والقشريات (*) *crustaceans* كالإربيان أو القريديس. تحمل الحشرات وكثيرات الأرجل زوجاً واحداً من الرُبَّانيات، أما القشريات فتحمل زوجين. وهي تستجيب لللمس وتغيرات الحرارة والمواد الكيميائية (ذات «الرائحة» أو «الطعم»). وقد يستعملها بعض القشريات للسباحة أو للتعلق بالأشياء والحيوانات الأخرى.



● **المحسّات palps**. أو اللامسات. أقسام بارزة من الفم عند مفصليات الأرجل (*) *arthropods* كالحشرات تستجيب للمواد الكيميائية (التي تعطي «رائحة» و «طعماً»). ويطلق المصطلح أيضاً على كل أنواع الأعضاء المختصة باللمس.

البصر



الموازن زوج ثان من الأضمة
محور يحفظ التوازن أثناء
الطيران



لقطة قشرة (*)
سميكة شفافة

الشطّح إسطح
جهاز عدي

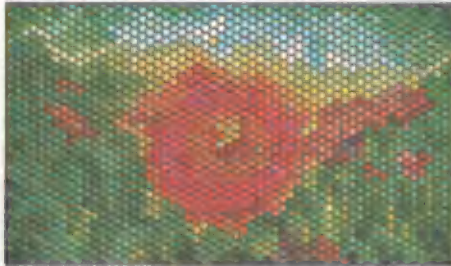
غنيّة

مخروط بلوري الشكل

الحزمة العصبية

خلية مستجيبة للضوء

● **العيون المركبة compound eyes**. عيون خاصة موجودة لدى العديد من الحشرات وبعض مفصليات الأرجل (*) الأخرى، كالسرطان. وتحتوي كل عين مركبة على مئات الوحدات البصرية المنفصلة التي تسمى الغنيّات ommatidia (مفردها غنيّة ommatidium). وفي كل غنيّة جهاز عدي



منظر زهرة من عين مركبة (صورة فسيفسائية)

خارجي «يحتي» الضوء أو يكسره على حزمة عضويّة rhabdom، وهي قضيب شفاف مُحاط بخلايا تستجيب للضوء، بعد الحصول على المعلومات من جميع الغنيّات (لكل غنيّة زاوية بصرية مختلفة قليلاً ويمكنها تسجيل شدة ضوئية مختلفة أو لون مختلف)، يجمع الدماغ صورة فسيفسائية mosaic image متكاملة. وهي كافية لاحتياجات الحيوان، بيد أنها ليست واضحة كتلك التي تعكسها عين الإنسان.

الاتصال

● **الفيرمون pheromone**. أيّ مادة كيميائية يفرزها حيوان فتحدث استجابةً عند أفراد آخرين من النوع نفسه، كالمواد الجاذبة جنسياً التي ينتجها العديد من الحشرات. ● **المصفار syrxn**. عضو الصوت عند الطيور يشبه الحنجرة (*) larynx، إلا أنه موجود في قاعدة الأنبوب الهوائي.

● **الخطّارات vibrissae أو الشوارب whiskers**. شعر قاس متصّب يوجد على وجوه الكثير من الثدييات (*) mammals كشوارب القطط حول أنوفها. والخطّارات حساسة للمس. أخطبوط



● **المجسّات tentacles**. أجسام ناتئة طويلة توجد عند العديد من الرخويات (*) molluscs كالأخطبوطات ومعاثيات الجوف (*) coelenterates كقناديل البحر. تستخدم في معظم الحالات للقبض على الغذاء أو التحسس، مع أن للمجسّين القصيرين من زوجي المجسات الموجودين عند البزاق البري عينان عند طرفهما.

الجمجمة من القشيرة الصنّارة يترك
المرء حسنة بعضها مع بعض
مضغراً صوتاً حاداً (الشمس الشريفة)
غالباً والجمجمة يستخدم حواف
جذابة

● **الهلب setae**. شعر رفيع قاس ينبت من الجلد عند العديد من اللافقاريات (*) invertebrates كالحيوانات. وعند منابت الهلب توجد أعصاب تستجيب لحركة الهواء أو الاهتزازات.

تناسل الحيوانات

التكاثر أو التناسل reproduction هو خلق حياة جديدة. والحيوانات بمعظمها تتناسل بواسطة التكاثر الجنسي (*) sexual reproduction. وهو اتحاد خلية الأنثى الجنسية وتسمى البويضة ovum مع خلية الذكر الجنسية أو الخَيَونَ المنوي sperm. في ما يلي أدناه مصطلحات رئيسية تتصل بعمليات التكاثر عند الحيوانات.



مار العقل

• الولودة viviparous. مصطلح لوصف حيوانات (كالإنسان) يتم عندها اتحاد خليتي الأنثى والذكر الجنسيين (الإخصاب الداخلي). ويولد المولود حياً.

• البَيُوضَة oviparous.

مصطلح لوصف حيوانات ينمو جنينها (*) ويتطور في داخل بيضة تضعها الأنثى. وفي بعض الحالات كما هو عند الطيور تتحد خلايا الجنس الذكورية والانثوية داخل جسم الأنثى (إخصاب داخلي) بحيث تحتوي البيضة على



الجنين عند وضعها. وفي حالات أخرى كما هو الأمر لدى العديد من أنواع الأسماك تضع الأنثى عدداً كبيراً من البويضات، بحيث تحتوي كل بيضة على بويضة ovum واحدة. فيما يعتمد الذكر إلى إطلاق خَيَوناته المنوية فتلقح البويضات. وهذا هو الإخصاب الخارجي.

• البَيُوض eggs. ثمة نوعان رئيسيان

من البويضات: البويضات الصلبة cleidoic eggs وتضعها أكثرية أنواع الحيوانات البَيُوضَة التي تعيش على اليابسة، كالطيور ومعظم الزواحف (*) reptiles. وكذلك بعض الحيوانات المائية كسمك القرش. مثل هذا النوع من البويضات يعزل الجنين (*) عن المحيط عزلاً تاماً، بحيث لا تسمح إلا للغازات بالدخول عبر مسام القشرة (تخزن الفضلات في البيضة). وهي تحتوي على كمية غذاء كافية (المخّ yolk) ليتطور الجنين بصورة كاملة، فيخرج بعدئذ نسخة مصغرة عن والديه. والنوع الثاني من البويضات تضعها أكثرية الحيوانات المائية (معظم أنواع السمك مثلاً)، وهو ذو غشاء خارجي طري يسمح بمرور الغازات والماء إلى الداخل والفضلات إلى الخارج. أما الوليد الخارج من البيضة فلا يكون كامل التطور والنمو بعد.



● كيس النطاف spermatheca. كيس تخزن فيه الحَيَوَنَات المنوية في إناث العديد من اللافقاريات^(*). كالحشرات، وبعض الفقاريات^(*) الدنيا كالسُمندل المائي. فالأنثى تتلقى الحيونات وتخزنها حتى تصبح بويضاتها جاهزة للاتحاد معها (الإخصاب). وبعض الحيوانات الخنثية hermaphrodite (وهي حيوانات ذات أعضاء ذكورية وأنثوية معاً) كدودة الأرض، لها أكياس نطاف. فهي تقرر حيوانات أثناء التزاوج.

● الأشرة ovipositor تمتد من الطرف الخلفي عند العديد من إناث الحشرات تسلكها البيوض إلى الخارج. وفي كثير من الحالات تكون طويلة وحادة بحيث تستخدم لثقب النسيج النباتي أو الحيواني قبل وضع البيوض.

● البوق oviduct أي أنبوب عند الإناث تنطلق عبره البيوض eggs أو البويضات عند الإنسان يُكوّن أنبوباً فالوب^(*) والرحم^(*) uterus والمهبل^(*) vagina البوق.



البرمائيات^(*) amphibians تخضع للتحول الشكلي وإن اختلفت درجته (ولكن الأشكال اليرقية الوسيطة مشتركة لديها جميعاً، كعدم وجود الرجلين عند شرغوف tadpoles الضفدع والعُلجوم. يوجد أعلاه أمثلة على التحول الشكلي عند الحشرات، بنوعيه: الكامل complete والناقص incomplete.

● تحوّل الشكل metamorphosis. يتخلل نمو بعض الحيوانات وتطورها أشكالاً انتقالية وسيطة تكون فيها مختلفة عن شكلها عند البلوغ. والتحول الشكلي هو سلسلة من التغيرات التي تنتج تحولاً جزئياً أو كاملاً من حالة يافعة إلى حالة بالغة. فكل الحشرات ومعظم اللافقاريات^(*) البحرية وكذلك معظم

عظام الهيكل

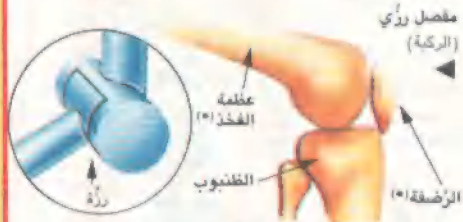


العمود الفقري



المفاصل والعظم

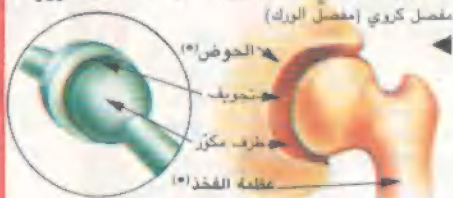
تتصل العظام ببعضها البعض بواسطة العديد من المفاصل articulations أو joints. بعضها مفاصل ثابتة fixed joints لا تتحرك كخطوط الدرز(*) sutures في الجمجمة. إلا أن معظم المفاصل متحركة الأمر الذي يتيح للجسم أن يكون مرناً، فيما يلي أهم المفاصل:



● المفاصل الزوية (البكرية) hinge joints. هي تلك التي تتحرك أجزاءها المتحركة (أي العظمة) على مستوى واحد وباتجاهين متعاكسين فحسب (مفصل الركبة مثلاً).



● المفاصل المنزلقة gliding joints. وتسمى أيضاً مفاصل سطحية plane joints أو sliding joints. مفاصل ينزلق فيها سطح أو أكثر فوق بعضها البعض مثل الرسغيات(*) corpals. وهي أكثر مرونة من المفاصل الزوية.



● المفاصل الكروية ball-and-socket joints. هي أكثر المفاصل مرونة (كمفصل الورك hip joint). للعظمة المتحركة فيها طرف مكور يدخل في تجويف العظمة الثابتة. ويمكن للعظمة المتحركة أن تدور أو تتحرك في عدة اتجاهات.

النسيج الضام

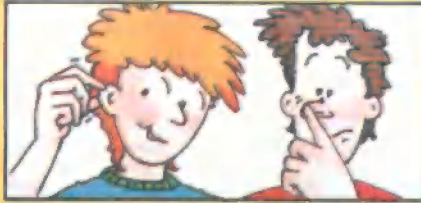
هناك العديد من أنواع النسيج الضام connective tissue المختلفة في الجسم، وكلها تقي الخلايا أو الأعضاء وتضم بعضها إلى بعض. والنسيج الضام مركب أساساً من كتان matrix غير حي تنتشر فيه خلايا حية مبعثرة، أما الفرق بين أنواعه فراجع إلى طبيعة مادة الكتان. إن أنواع النسيج المختلفة الموجودة عند المفاصل، بما فيها العظم نفسه، هي كلها أنواع من النسيج الضام. وهي تحتوي على ألياف بروتينية قد تكون قاسية (تحتوي على ألياف من الكولاجين collagen) أو مرنة (تحتوي على ألياف من الإلستين elastin). ● السمحاق periosteum طبقة رقيقة من النسيج الضام المرن. وهي تحيط بكل العظام باستثناء المفاصل (حيث يسود الغضروف)، وتحتوي على بانيات العظم osteoblasts وهي خلايا منتجة لخلايا العظم الجديدة الضرورية للنمو والتزريق. ● الأربطة ligaments. حزم من النسيج الضام تصل بين عظام المفاصل (وتحمل كذلك العديد من الأعضاء في مكانها). ومعظم الأربطة قاسية، ولكن بعضها مرن كتلك التي بين الفقرات(*) vertebrae.

● العظم bone أو النسيج العظمي osseous tissue. نوع خاص من النسيج الضام القاسي الذي يُصلبه ترسب كمية كبيرة من مركبات الفوسفور والكلسيوم. توجد خلايا العظم osteocytes الحية في فراغات صغيرة (تسمى الفُرُجَات lacunae) داخل المادة غير الحية.



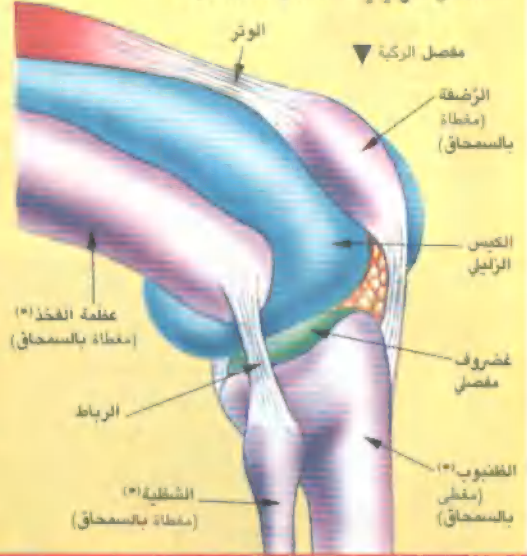
● الأوتار tendons أو sinews. حرّم من النسيج الضام القاسي تصل العضلات بالعظام. والوتر عبارة عن امتداد للغشاء الذي يغلف العضلة إضافة إلى الأغشية الخارجية لحزم الألياف العضلية.

● الغضروف cartilage أو gristle. نسيج ضام قاس يشكّل الوسادة الأساسية بين العظام (الفقرات) (*) في بعض المفاصل (كالمفاصل الغضروفية cartilaginous joints). وفي المفاصل المزودة بكيس زليلي، يغطي الغضروف نهايات العظام ويسمّى articular cartilage المفصل.



يتكوّن طرف الأنف والأقسام الخارجية من الأذن من الغضروف كما هو حال الهياكل العظمية الياقعة، التي تتحول تدريجياً إلى عظم مع تزايد المعادن (وهي عملية تسمى التّعظم ossification أو تكوّن العظم osteogenesis).

● الكيس الزليلي synovial sac أو syno-vial capsule. «جراب» من مائع أو سائل تزليقي هو المائع الزليلي synovial fluid وذو جلد خارجي من النسيج الضام المرن (الغشاء الزليلي synovial membrane). ومعظم المفاصل المتحركة (كالركبة) فيها كيس زليلي يقع بين العظام، وتعرف باسم المفاصل الزليلية synovial joints.

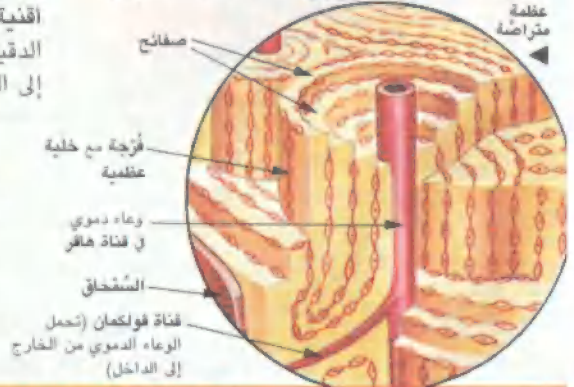


كثير من الفراغات الكبيرة المملوءة بالنخاع الأحمر red marrow (انظر النخاع العظمي bone marrow). أما النوع الثاني فهو العظم المتراصّ compact bone ويشكّل الطبقة الخارجية في كل العظام ويمتاز بندرة الفراغات، ويتكوّن من طبقات متمركزة حول أقدية تسمى أقدية هافر. وترتبط هذه بنظام معقد من القنوات الدقيقة التي تحمل الأوعية الدموية والأعصاب إلى الخلايا العظمية.

● النخاع العظمي bone marrow.

نوعان من نسيج ناعم، النخاع الأحمر ويوجد في العظم الإسفنجي (انظر العظم) وفيه تصنع كل الخلايا الدموية الحمراء (وبعض الخلايا البيضاء)، والنخاع الأصفر وهو مخزن الدهون، ويوجد في المناطق المجوّفة كالفجوات النخاعية في العظام الطويلة.

وهناك نوعان من العظم: العظم الإسفنجي spongy bone ويوجد في العظام القصيرة و/أو المسطحة (كعظم القص (*) sternum) ويملا أطراف العظام الطويلة (كعظمة الفخذ (*) femur). ويتكوّن العظم الإسفنجي من شبكة رقيقة تسمى الخويجات trabeculae بينها



(*) عظمة الفخذ، الشظية، الرضفة، القص، الظنوب 51، الفقرات 50.

العضلات

زوج متضاد

العضلات **muscles** هي مناطق من نسيج مرن خاص موجود في جميع أنحاء الجسم. وقد تكون العضلات إرادية **voluntary muscles** (يمكن التحكم بها بفعل واع) أو لا إرادية **in-voluntary muscles** (لا تخضع للتحكم المقصود). أما أنواع العضلات الرئيسية فهي معددة في أعلى الصفحة التالية.

• الأزواج المتضادة **antagonistic pairs** أو الأزواج المتعاكسة

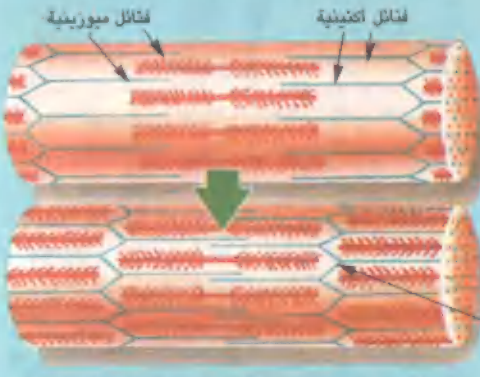
opposing pairs. الأزواج التي تنتظم بها كل العضلات تقريباً. يقوم عضواً كل زوج بفعلين متعاكسين. ففي أي حركة عضلية تسمى العضلة المتقلصة المحركة الأولى **prime mover** أو الشادة **agonist**، أما العضلة المتمددة في الوقت نفسه فتسمى الضادة **antagonist**.

بنية النسيج العضلي

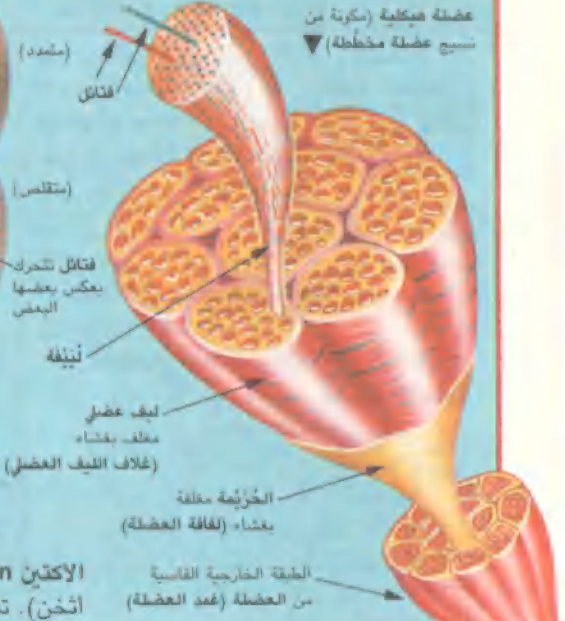
يتألف مختلف أنواع عضلات الجسم من أنواع مختلفة من النسيج العضلي (أي من مجموعات خلايا مختلفة الأنواع). والنسيج ذو أوعية دموية عديدة تحمل المواد الغذائية التي تنتج منها الطاقة عند تحللها، فضلاً عن الأعصاب التي تحفز العضلات للقيام بالحركة.

عضلة هيكلية (مكونة من نسيج عضلة مخططة) ▼

• العضلة المخططة **striated muscle** أو **striped muscle**. نوع من النسيج العضلي يكون العضلات الهيكلية. وهي تتكون من خلايا طويلة تسمى الألياف العضلية **muscle**



fibres وتتجمع في حُرَيْمَات **fascicles**. والخيط الليفي له شكل مخطط. ويتألف من خيوط أصغر أسطوانية الشكل تدعى **اللييفيات fibrils** أو **myofibrils**، وهو الجزء الذي يتقلص عندما يحفز العصب الخيط الليفي. واللييفيات نفسها تتكون من فتائل **filaments** أو **myofilaments** من نوعين من البروتينات: **الأكتين actin** (فتائل رفيعة)، و **الميوزين myosin** (فتائل أثخن). تنزلق على بعضها عندما تتقلص العضلة.



أنواع العضلات

• العضلة القلبية cardiac

muscle. العضلة التي يتكون منها كل جدار القلب تقريباً. وهي عضلة لا إرادية (انظر المدخل) مركبة من نسيج عضلي قلبي.

• العضلات الحشوية visceral muscles

موجودة داخل جدران العديد من الأعضاء الداخلية، كالأمعاء والأوعية الدموية، وجميعها عضلات لا إرادية (انظر المدخل) مركبة من نسيج عضلي ناعم smooth muscle

• العضلات الهيكلية skeletal muscles. كل العضلات المتصلة بعظام الهيكل، والتي تنقل مع بعضها أو بالتتالي لتحريك كل أقسام الجسم. وجميع العضلات الهيكلية إرادية (انظر المدخل) ومبنية من نسيج عضلي مخطط. أما أسماء هذه العضلات فيعتمد إما على موضعها، أو على شكلها وحجمها، أو بحسب الحركة التي تؤديها، مثل العضلات **المثنية flexors** (التي تثني الطرف أو المفاصل) والعضلات **الباسطة extensors** التي تبسط الطرف.



التنبية العصبي

تُنَبِّه معظم العضلات للحركة بواسطة نبضات تسببها الأعصاب، فتغشى الجسم كله. (انظر ص 80-81).

• اللوحة الانتهازية المحركة

motor end-plate. النقطة التي تلتقي عندها الألياف الانتهازية لخلية عصبية «حاملة للتعليقات» بالألياف عضلية **muscle fibre** (انظر العضلة المخططة). وتتفرع الألياف الانتهازية من ليف رئيسي واحد (المحور العصبي **axon**) يحمل النبضات العصبية التي تؤدي إلى تقلص العضلة. تستنسخ كل نبضة وترسل في كل فرع، ومن ثم تتلقى العضلة كلها أعداداً مضاعفة من كل نبضة عصبية.

• المغزل العضلي muscle spindle

مجموعة من الألياف العضلية التي تحيط بها ألياف انتهازية لخلية عصبية حسية (عصبون حسي **sensory neuron**). والألياف الانتهازية هي جزء من ليف رئيسي واحد (العصبون **dendron**). وعندما تتمدد العضلات تحت على إرسال نبضات إلى الدماغ «تخبره» بحالة التوتر الجديدة، حينئذ يتوصل الدماغ إلى التغييرات اللازمة لأي عمل جديد.

• العضلة القلبية cardiac

muscle. نوع خاص من نسيج عضلي مخطط يكون عضلة القلب، وانقباضها الإيقاعي تسببه مناطق خاصة في النسيج نفسه تنتج نبضاتها الكهربائية الخاصة بها. كما أن أي نبضات عصبية قد تزيد سرعة خفقان القلب أو تخفف منها.

• العضلة الناعمة smooth

muscle أو العضلة الحشوية

visceral muscle. نوع من نسيج عضلي يكون العضلات الحشوية. وهي تحتوي على خلايا مغزلية **spindle cells** أقصر بكثير من ألياف العضلة المخططة المعقدة. ولكن طريقة تقلصها ليست معروفة تماماً حتى الآن. إلا أنها تحتوي على بروتيني الميوزين والأكتين كما هو حال العضلة المخططة. وتنبهها الأعصاب أيضاً.



الأسنان

الأسنان **teeth** أو **dentes** (مفردها **dens**) تساعد على تحضير الغذاء لعملية الهضم بتقطيعه وطحنته. ينغرز كل سن في الفك الذي يغطيه نسيج ناعم أملس يدعى اللثة (**gum**) **gingiva**. والإنسان يعرف خلال حياته نوعين من التسنين **dentition** هما: التسنين المؤقت أو المتساقط **de-ciduous dentition** ويتألف من 20 سناً متساقطة (تسمى أيضاً أسنان الحليب)، والتسنين الدائم **permanent dentition**، وهو مجموعة مكونة من 32 سناً دائمة **permanent teeth**.

أقسام السن

العنق neck أو cervix.

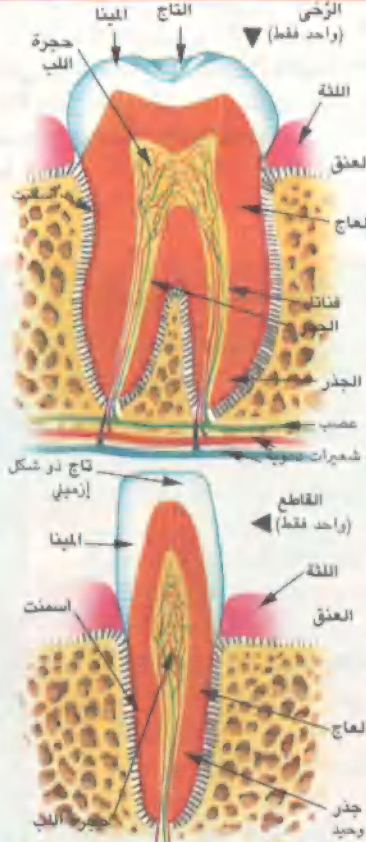
جزء السن الواقع تحت السطح مباشرة، بين التاج والجذر.

المينا enamel. مادة

شبيهة بالعظم، إلا أنها أصلب منه (بل هي أصلب مادة في الجسم) ولا تحتوي على خلايا حية. وهي تتألف من بلورات من الأباتيت **apatite** مشدودة إلى بعضها البعض. والأباتيت معدن من الكالسيوم والفوسفور والفلورين.

الإسمنت cement أو

cementum. مادة شبيهة بالمينا ولكنها أطرى منها، وهي تشكل الطبقة السطحية الرقيقة من الجذر وترتبط بالفك بالرباط المحيط بالسن (انظر الجذر).



التاج crown. الجزء

المكتشف من السن، ويغطيه المينا. وهذا الجزء هو الأكثر تعرضاً للإصابة والتلف والتسوس.

الجذر root. الجزء المثبت

في فجوة الفك. وللقواطع والانياب جذر واحد، في حين أن للفواجد جذراً أو جذرين وللأرجاء جذرين أو ثلاثة، وكل جذر يثبت في مكانه بفضل الألياف من رباط (*) **ligament** يسمى الرباط المحيط بالسن **periodontal ligament** والألياف مثبتة في أحد طرفيها بعظم الفك، في حين أن طرفها الآخر مرتبط بالأسمنت. وتقوم الألياف بامتصاص الصدمات.

العاج dentine أو ivory. مادة صفراء تكون

الطبقة الثانية داخل السن. والعاج، كالمينا، يحتوي على كثير من مكونات العظم إلا أنه أطرى ويحتوي على الألياف الكولاجين (*) **col-lagen** وعلى صفائر من السيئوبلازما (*) **cytoplasm** التي تنطلق من الخلايا اللبية **pulp cells** في حجرة اللب.

حجرة اللب pulp cavity. المنطقة المركزية في

السن يحيط بها العاج. كما أنها تمتلئ بنسيج طري يسمى اللب **pulp**، ويحتوي على أوعية دموية ونهايات الألياف العصبية. وهذه الألياف والأوعية تدخل الحجرة عبر الأقنية الجذرية **root canals**. والأوعية الدموية تحمل الغذاء والأكسجين إلى النسيج الحي، أما نهايات الألياف العصبية فهي مستقبلات الألم (*) **pain receptors**.



- الفواطع (محل ثمانية قواطع مؤقتة)
- الانياب (محل أربعة أنياب مؤقتة)
- النواجذ (محل ثمانية نواجذ مؤقتة)
- الأرجاء (مفردياً رحي) وتظهر خلف النواجذ ولا تحمل محل أي أسنان متساقطة)

أنواع الأسنان

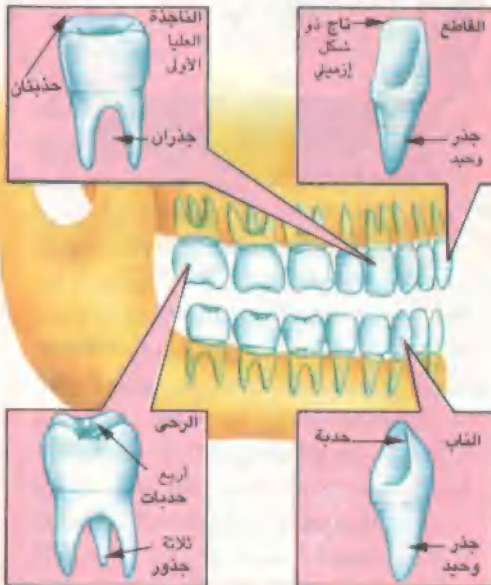
● **القواطع incisors**. أسنان حادة ذات تيجان إزميلية الشكل، تستخدم للعض والقطع. ولكل قاطع جذر واحد. وعدد القواطع أربعة في كل فك، وتقع في مقدمة الفم.

● **الانياب canines أو cuspids**. أسنان مخروطية الشكل تستخدم لتمزيق الطعام. ولكل ناب طرف مستدق cusp واحد وجذر واحد. وثمة نابان في كل فك يقع كل منهما في أحد جانبي القواطع. أما الحيوانات التي تصيد وتقتل (تفترس) فعادةً ما تكون أنيابها طويلة ومحنية.

● **النواجذ bicuspids أو premolars**. أسنان عريضة متثلثة وغير قاطعة تستخدم في التكسير والطحن. وهناك أربع نواجذ في كل فك. ولكل ناجذة طرفان مستدقان وجذر واحد باستثناء النواجذ العليا الأولى فلها جذران.

● **الأرجاء molars**. أسنان عريضة متثلثة غير قاطعة تشبه النواجذ غير أن سطحها أكبر. وهي تستخدم أيضاً للتكسير والطحن. ولكل رحي أربعة رؤوس على سطحه (أطراف مستدقة). للأرجاء السفلى جذران، في حين أن للأرجاء العليا ثلاثة جذور. وفي مجموعة الأسنان الدائمة يوجد ستة أرجاء في كل فك، تقع كل ثلاثة منها وراء كل زوجين من النواجذ أما الأرجاء الثالثة (في الداخل) فتعرف باسم أضراس العقل.

● **أضراس العقل wisdom teeth**. أرجاء أربعة (الثالثة بعد الرحين الأوليين) تقع عند أطراف الفكين. وهذه الأضراس لا تظهر كلياً إلا مع بلوغ الإنسان النضوج الكامل (ومن هنا جاءت التسمية)، وهناك عدد قليل من الناس الذين لا يثبت لهم أضراس عقل.



الدم

الدم مانع حيوي بالنسبة إلى الجسم، يتألف من البلازما و الصفائح الدموية و خلايا الدم الحمراء والبيضاء. يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي خمسة لترات ونصف من الدم تدور فيه بواسطة جهاز الدوران (*) circulatory system، وهو عبارة عن منظومة من الاثنايبي تعرف باسم الاوعية الدموية blood vessels. والدم يوزع الحرارة ويحمل في البلازما العديد من المواد المهمة. يحمل محل خلايا الدم الماتة باستمرار خلايا دموية جديدة في سياق عملية تجديد الدم haemopoiesis.

مكونات الدم

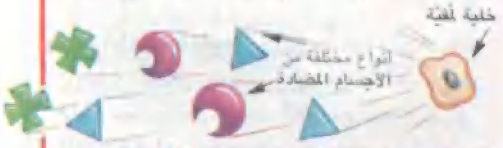
• البلازما plasma. السائل الياهت (نحو 90% ماء) الذي يحتوي على خلايا الدم. وهي تحمل الغذاء الذائب إلى خلايا الجسم والفضلات وثاني أكسيد الكربون، والاجسام المضادة لمحاربة العدوى، والإنزيمات (*) enzymes والهرمونات (*) hormones التي تضبط عمليات الجسم.



• الصفائح الدموية platelets أو thrombocytes خلايا اسطوانية الشكل صغيرة الحجم جداً بدون نوى (*) nuclei، تصنع في النخاع العظمي (*). تتجمع الصفائح في المنطقة المصابة خاصة حيث تلعب دوراً مهماً في تجفد الدم.

• خلايا الدم البيضاء white blood cell.

تسمى أيضاً كريات الدم البيضاء leucocytes أو white corpuscles خلايا دموية كامدة كبيرة الحجم تضطلع بدور مهم في الدفاع عن الجسم، وثمة عدة أنواع من هذه الخلايا: فالخلايا اللمفية lymphocytes مثلاً



• خلايا الدم الحمراء red blood cells.

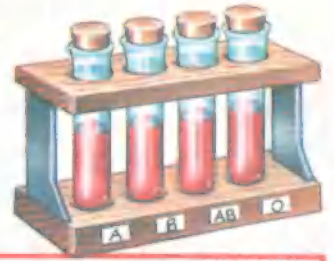
تسمى أيضاً الكريات الدموية الحمراء erythrocytes أو red corpuscles خلايا اسطوانية الشكل بدون نوى (*) nuclei، تصنع في النخاع العظمي (*) bone marrow وتحتوي على مادة اليخضور أو الهيموغلوبين، وهو مركب حديدي يعطي الدم لونه الأحمر. يتحد اليخضور مع الأكسجين في الرئتين مكوناً الأكسي هيموغلوبين. فيصبح لون الدم أحمر قان. وتنقل الكريات الحمراء الأكسجين إلى خلايا الجسم (بواسطة الانتشار*) لتعود إلى الرئتين بالهيموغلوبين.



تصنع في النسيج اللمفاوي (*) وتوجد في الجهاز اللمفي (*) فضلاً عن الدم. وهذه الخلايا تنتج الاجسام المضادة، وثمة خلايا بيضاء أخرى (أحادية النواة monocytes) تصنع في النخاع العظمي (*). فهي «تبتلع» الاجسام الغريبة كالبكتيريا بعملية البلعمة (*) وكثير منها (البلمعات الكبيرة) تترك الاوعية الدموية فتتجول (الجولة)، أو تثبت (الثابتة) في عضو كالعقدة اللمفية (*) lymph node.

● عامل ريزوس Rh
Rhesus factor طريقة
ثانية يصنف بها الدم
(والزمرة)، فإذا كان في
الدم مولد الضد ريزوس،
فهو إيجابي الريزوس، وإلا
فهو سلبي الريزوس.

● زمرة الدم blood groups
الطريقة الأساسية لتصنيف الدم.
وتعتمد على وجود مولدات الضد
A أو B في الخلايا الحمراء. وزمرة
الدم A فيها مولد الضد A، وزمرة
الدم B فيها مولد الضد B، والزمرة
AB فيها مولدات الضد A و B
والزمرة O ليس فيها أي منهما.



● الأجسام المضادة antibodies، بروتينات دفاعية
موجودة في سوائل الجسم كالپلازما، والبروتينات تصنعها
الخلايا اللمفية (أنظر خلايا الدم البيضاء) حين تظهر في
الجسم مولدات الضد. وهناك أجسام مضادة مختلفة لكل
مولد ضد، كما أن طرق عملها تختلف أيضاً، فمضادات
السموم تحيد السموم (أنظر مولدات الضد)
بحيث يلتصق كل مضاد بجزيء سمي مكوناً
مولد ضد وجسم مضاداً، والأغلوبتين مثلاً
يلتصق بالبكتيريا أو الفيروس بما يحتويانه من

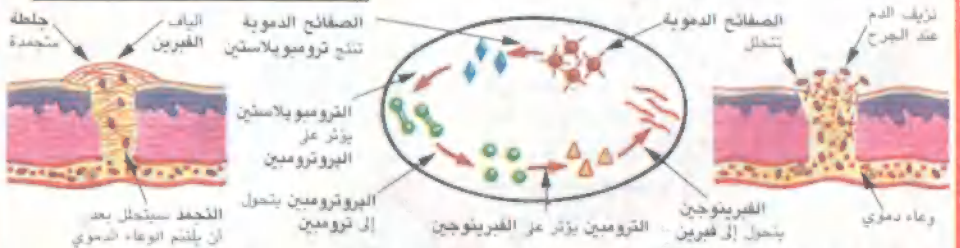
دفاع الجسم



● مولدات الضد
antigens
مواد، غالباً

ما تكون بروتينات،
تحفز إنتاج الأجسام المضادة
لمحاربتها ومكافحة أي عدوى قد
تسببها. وقد تكون مولدات الضد
جزءاً من بكتيريا أو فيروسات أو قد
تكون سموماً تفرزها هذه

العضويات، يوجد بعض مولدات الضد في الجسم منذ
الولادة ويحدد وجودها زمرة الدم.



الفبرينوجين fibrinogen (من بروتينات
الپلازما الأخرى) فيتحول إلى فبرين fibrin.
● المصل serum. مائع أصفر اللون يتكون من
أجزاء الدم التي تبقى بعد التجلط. وهو
يحتوي على أجسام مضادة عديدة (تطلق
لمحاربة العدوى) وحين يحقن المصل في
أشخاص آخرين فإنه يمنحهم مناعة مؤقتة ضد
الإصابة والعدوى.

● التجلط أو التجلط coagulation أو
clotting. هو تخثر الدم وتكثفه في كتل (حلطة
clot) عند حدوث جرح. تطلق الصفائح
الدموية platelets المتفككة والخلايا المتضررة
مادة تدعى ترومبوسيتين thromboplastin
تحوّل البروترومبين prothrombin (من
بروتينات الپلازما plasma) إلى ترومبين
thrombin (انزيم) (*) يسبب تصلب

جهاز دوران الدم

جهاز الدوران circulatory system

أو الجهاز الوعائي vascular system

هو شبكة من الأنايب أو الأوعية الدموية blood vessels الممتلئة بالدم.

وهي ثلاثة أنواع رئيسية: الشرايين والأوردة والشعيرات. ويغلف غشاء رقيق يدعى البطانة endothelium

الأوردة والشرايين من الداخل، وهو الطبقة الغشائية الوحيدة في الشعيرات. ويستمر الدم بالشريان في اتجاه واحد بفعل الضخ الذي يقوم به القلب،

وعضلات الجدران في الأوردة والشرايين، وانخفاض الضغط في الجهاز (تدفق السوائل من مناطق مرتفعة الضغط إلى أخرى منخفضة الضغط).

الشرايين arteries. أوعية دموية واسعة ذات

جدران سميكة تشكل الجهاز الشرياني arte-

rial system وتحمل الدم من القلب إلى

الأعضاء. أما الشرايين الصغيرة (الشريينات arterioles)

(arterioles) فتتفرع عن الشرايين الرئيسية،

فيما تتفرع الشعيرات عن الشريينات.

وباستثناء الشرايين الرئوية (*) pulmonary

arteries فإن دم الشرايين الأخرى هو دم

مؤكسج (ولذا فإن لونه أحمر قان). ويحمل

الدم في كل الشرايين مواد غذائية ذائبة

وفضلات نقلتها الأوردة إلى القلب ومنه تحولت

إلى الشرايين. التي تنقل الغذاء إلى الخلايا

(بواسطة الشريينات والشعيرات) والفضلات إلى

الكليتين.

شريان ▼ الطبقة الخارجية

نسيج ليفي من

عضلة

ملساء (*)

بطانة

دسائم من البطانة والنسيج الليفي

عضلة

ملساء (*)

بطانة

عضلة

ملساء (*)

بطانة

عضلة

ملساء (*)



الأوردة veins أوعية دموية واسعة ذات

جدران سميكة تشكل الجهاز الوريدي

venous system وتحمل الدم إلى القلب.

وتحتوي الأوردة على دسامات (صمامات valves)

لمنع الدم من السريان بالاتجاه

المعكس بتأثير الجاذبية. وتتشكل الأوردة من

الوريدات venules (أوردة صغيرة) مندمجة

تتشكل بدورها من شعيرات مندمجة. والدم

الوريدي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون

(باستثناء دم الإوردة الرئوية) (*) والفضلات

التي تلتقطها الشعيرات من خلايا الجسم. أما

الدم الوريدي الآتي من الجهاز الهضمي والكبد

فيحمل كذلك مواد غذائية ذائبة تنتقل إلى

الشرايين عند وصولها إلى القلب.



الشرايين والأوردة الرئيسية

الأوعية الدموية
التابعة للرأس
والقلب والرئتين
موجودة في الصفحة
62.

خمسة في الجهة اليمنى
وخمسة عالية في الجهة
اليمنى

شريان تحت ترقوي أيسر
وريد تحت ترقوي أيسر
وريد عضدي أيسر
وريد رأسي أيسر

شريان عضدي
أيسر

(*) الأيمن

شريان جوفي
شريان معدي
شريان طحائي
وريد معدي

وريد بطني
وريد بكرياني
وريد مساريقي
سفلي

شريان كلوي (*) أيسر
وريد كلوي (*) أيسر
شريان مفصل أيسر
وريد مفصلي أيسر

خمسة في الجهة
اليمنى كما في
اليمينى

وريد أجوف سفلي (*)
شريان كلوي
وريد كلوي
شريان كبدى
وريد كبدى
شريان مساريقي علوي
وريد مساريقي علوي
شريان مساريقي
سفلي

أربعة على الجهة اليمنى
كما على الجهة اليسرى
وريد حرقفي
عام أيسر
شريان حرقفي عام أيسر

الوريد الفخذي الأيمن
الشريان الفخذي الأيمن
وريد صافنى أكبر أيسر

هذا رسم. والأعضاء
(أي الدوائر الصفراء)
ليست مرسومة في
مكانها الصحيح.

6. البنكرياس
7. الأمعاء
8. الكليتان
9. المنسلان
(الأعضاء الجنسية)
انظر ص 88

1. القلب
2. الرئتان
3. الكبد
4. المعدة
5. الطحال

الكبد

وريد كبدى

الأعضاء الهضمية

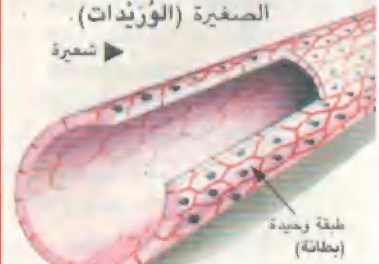
الكليتان

كل الأعضاء
والأنسجة الأخرى

الشعيرات capillaries.

أوعية دموية دقيقة تتفرع
من الشريانات (انظر
الشرايين) وتكوّن شبكة
معقدة. يعبر الأكسجين
والمواد الغذائية الذائبة
جدرانها إلى خلايا الجسم،
فيما يعبر ثاني أكسيد
الكربون والفضلات
جدرانها إلى الداخل (انظر
المائع النسيجي tissue
fluid، ص 64). وتلتقط
شعيرات أعضاء الجهاز
الهضمي والكبد الغذاء
أيضاً. وتلتقي الشعيرات
معاً لتشكل الأوردة
الصغيرة (الوُزَيْدَات).

شعيرة



(*) الأيمن: الشريانان الكلويان 72 (الكليتان)؛ الوريد الأجوف
السفلي 63؛ الوريدان الكلويان 72؛ الوريد الكبدى الباطني 68 (الكبد).

القلب

الدورة القلبية

الدورة القلبية cardiac cycle. سلسلة من أحداث

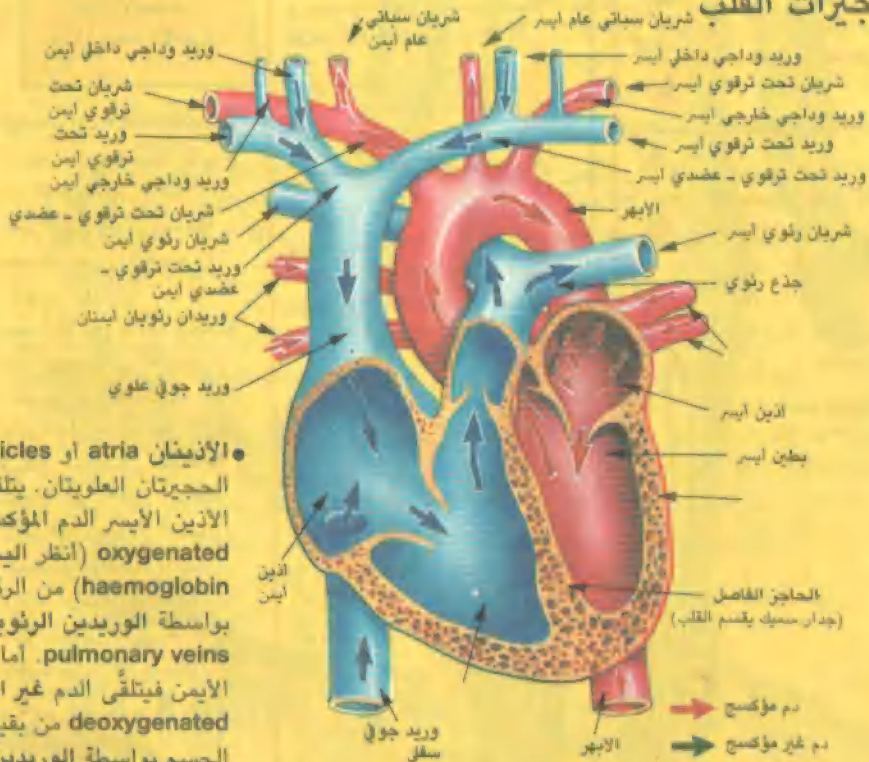
تشكل حلقاتها فعل ضخ واحد كامل للقلب، يمكن سماعه ويعرف باسم النبض (حوالي 70 نبضة في الدقيقة). ينقبض الأذنان أولاً فيدفعان الدم إلى البطينين المقابلين اللذين يتمددان لاستقباله. ثم يتمدد الأذنان ليسمح للدم بدخولهما ثانية فيما ينقبض



وضع القلب

القلب heart عضو عضلي يضخ الدم إلى أنحاء الجسم عبر الأوعية الدموية (يطلق على القلب والأوعية الدموية معاً اسم الجهاز القلبي الوعائي cardiovascular system). يحيط بالقلب الكيس التاموري pericardial sac الذي يتكون من غشاء خارجي (التامور pericardium) والتجويف التاموري pericardial cavity الذي يقع بين الغشاء الخارجي والقلب. ويملأ التجويف مائع ملطف للحركة. وللقلب أربع حجرات هي الأذنان والبطينان. وكلها مبطنة بطبقة نسيجية رقيقة تدعى التامور الداخلي endocardium.

حجرات القلب



• الأذنان atria أو auricles. الحجرتان العلويتان. يتلقى الأذين الأيسر الدم المؤكسج oxygenated (انظر اليمحور*) (haemoglobin) من الرئتين بواسطة الوريدين الرئويين pulmonary veins. أما الأذين الأيمن فيتلقى الدم غير المؤكسج deoxygenated من بقية الجسم بواسطة الوريدين الجوفيين العلوي والسفلي. وهذا الدم هو ذلك الذي استهلكته الخلايا أكسجينه وحملته ثاني أكسيد كربونها.

• البطينان ventricles. الحجرتان السفليتان. يتلقى البطين الأيسر الدم من الأذين الأيسر ويضخه في الأبهري. أما البطين الأيمن فيتلقى الدم من الأذين الأيمن ويضخه في الجذع الرئوي إلى الرئتين.

قلبي تعني ما يتعلق
بالقلب
رئوي تعني ما يتعلق
بالرئتين

2. الأذنين في حالة الانقباض
والبطينين في حالة الانقباض

الدورة القلبية

البطينان لدفع الدم إلى
الخارج. ويسمى طور التمدد الصمام
الأبهري مغلق
طور الانقباض diastole
phase. أما طور التقلص
يسمى طور الانقباض sys-
tole phase. وهناك فترة
راحة قصيرة تعقب طور
انقباض البطينين، وأثناءها
تكون كل حجرات القلب في
طور انقباض (ارتخاء). أما
الأصعة valves المختلفة
التي تفتح وتغلق خلال
الدورة فتجد تعريفها أدناه.



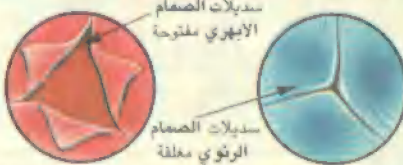
الشرايين والأوردة الرئيسية

• **الأبهر aorta.** الشريان (*) يحمل الدم المؤكسج النقي من
البطين الأيسر لبدء رحلته في كل أنحاء
الجسم.

• **الجذع الرئوي pulmonary trunk.** الشريان (*) الذي يحمل الدم المنفق إلى
الأكسجين من البطين الأيمن إلى خارجه.
وبعد ابتعاده عن القلب يتفرع الجذع إلى
شريانين رئويين يتجه كل منهما إلى رئة.
• **الوريد الجوفي العلوي superior vena cava.** أحد الوريدين (*) الرئيسيين
يحمل الدم المحتاج إلى أكسجة من القسم
العلوي للجسم إلى الأذين الأيمن، وتتدمج
فيه كل أوردة القسم العلوي للجسم.

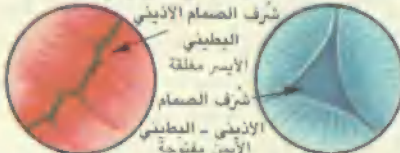
• **الوريد الجوفي السفلي inferior vena cava.** أحد الوريدين (*) الرئيسيين، يحمل
الدم المحتاج إلى أكسجة من القسم السفلي
للجسم إلى الأذين الأيمن، وتتدمج فيه كل
أوردة القسم السفلي للجسم.

• **الأوردة الرئوية pulmonary veins.** أربعة أوردة (*) تحمل الدم المؤكسج النقي
إلى الأذين الأيسر. يأتي وريدان رئويان
أيضاً من الرئة اليمنى، ووريدان رئويان
أيضاً من الرئة اليسرى.



• الصمامان الهلاليان semilunar valves

وقد سميا كذلك لأن لسديلاتهما شكلاً هلالياً.
أحدهما الصمام الأبهري aortic valve ويقع
بين البطين الأيسر والأبهر. أما الثاني فهو
الصمام الرئوي pulmonary valve ويقع بين
البطين الأيمن والجذع الرئوي.

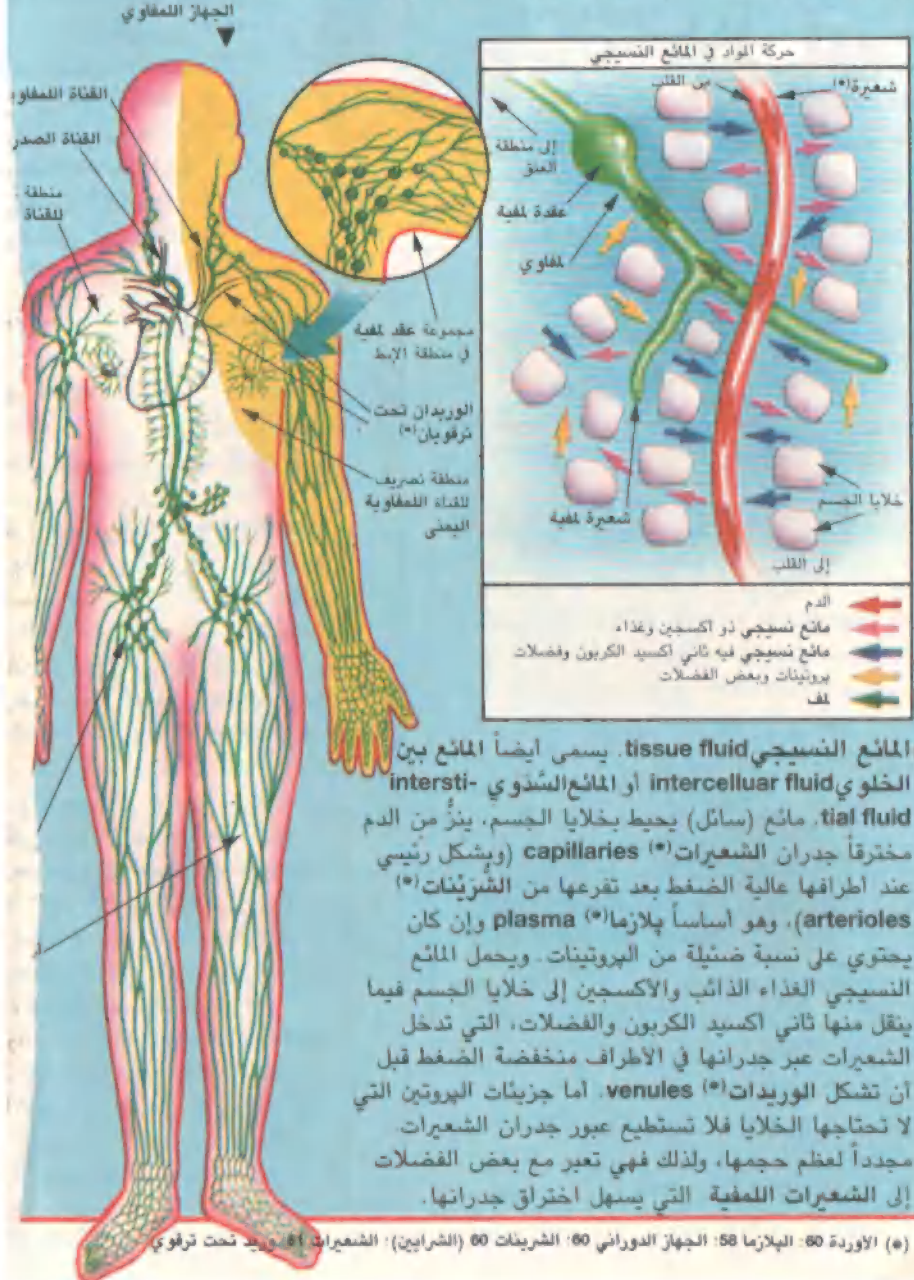


• الصمامان الأذيين البطينيان atrioven-

tricular valves أو AV valves. صمامان يقع
كل منهما بين أذين وبطين. والصمام الأذيني
- البطيني الأيسر nitral valve ثنائي الشرفة
bicuspid، إذ أنه يتكون من شرفتين أو
سديلتين متحركتين. أما الصمام الأذيني
- البطيني الأيمن فثلاثي الشرف tricuspid.

المائع النسيجي والجهاز اللمفاوي

الأوعية الدموية الصغرى، أو الشعيرات(*) *capillaries*، هي أكثر الأوعية اتصالاً مباشراً بخلايا الجسم، ومع ذلك فهي لا تتلامس معها. أما الغذاء والأكسجين اللذان تحملانهما فيصلاان إلى الخلايا في المائع النسيجي، وهو مادة تشكل رابطاً بين جهاز الدوران(*) *circulatory system* وجهاز التصريف في الجسم، المعروف بالجهاز اللمفاوي *lymphatic system*.



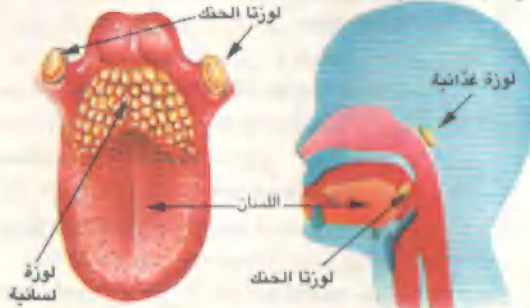
• الأعضاء اللمفاوية lymphatic organs أو lymph-phoid organs أجسام متصلة بالجهاز اللمفاوي، وهي مكونة جميعها من نمط نسيجي واحد (النسيج اللمفاوي lymphatic tissue)، وتنتج جميعها الخلايا اللمفية (*) lymphocytes أي خلايا الدم البيضاء المحاربة للأمراض.

• العقد اللمفية lymph nodes أو الغدد اللمفية lymph glands. أعضاء لمفاوية صغيرة موجودة على طول الأوعية اللمفية عادة في مجموعات، كما في منطقة الإبط مثلاً. وهي المواقع الرئيسية لإنتاج الخلايا اللمفية، وتحتوي أيضاً على جهاز تصفية يتصيد البكتيريا والأجسام الغريبة. وهذه تحاصرها خلايا الدم البيضاء (البلعمات الكبيرة الثابتة) (*) fixed (macrophages).

• الطحال spleen. العضو اللمفاوي الأكبر، وهو موجود تحت الحجاب الحاجز (*) diaphragm مباشرة على الجانب الأيسر من الجسم. ويحتوي على مخزون للطوارئ من خلايا الدم الحمراء، كما يحتوي على خلايا الدم البيضاء التي تفتك بالأجسام الغريبة كالبكتيريا، وخلايا الدم القديمة.



• اللوزات tonsils. وهي أربعة أعضاء لمفاوية: اللوزة الغدائية pharyngeal tonsil (adenoids) وتقع خلف الأنف، واللوزة اللسانية lingual tonsil وتقع عند قاعدة اللسان، ولوزتا الحنك palatine tonsils وتقعان في مؤخرة الفم.



• غدة التيموس أو الغدة الصغترية thymus gland. عضو لمفاوي في القسم العلوي من الصدر. وهي كبيرة عند الأطفال وتصل إلى حجمها الأقصى في مرحلة البلوغ (*) puberty، ثم يعتريها الضمور atrophy.

• الجهاز اللمفاوي lymphatic system. جهاز من أنابيب (الأوعية اللمفية) وأعضاء صغيرة (الأعضاء اللمفاوية)، ذو دور مهم في إعادة هيل موائع الجسم والدفاع عنه من الأمراض. وتحمل الأوعية اللمفية سائل اللمف إلى كل أنحاء الجسم وتفرغه في الأوردة (*) veins. أعضاء اللمفاوية هي مصدر للمحاربة للأمراض.

• عينة اللمفية lymph vessels. أنابيب اللمفية lymphatic vessels. ودة الأطراف تحمل اللمف من أنحاء الجسم نحو العنق حيث مرة ثانية في الدم، وهذه عينة مبطنة بالبطانة (*) endothelium.

• تحتوي على أنابيب لمنع اللمف من الجريان إلى بقوة الجاذبية. وأدق الأوعية اللمفية هي الشعيرات اللمفية lymph capillaries وتشمل

• عينة اللبنيّة (*) lacteals المهمة لتقط جزيئات الدهون (وهي الحجم ولا تقدر على النفاذ إلى مجرى الدم). وتتصلب رات ببعضها البعض لتكون أكبر تسمى اللمفاويات lymphatics، التي تتحد مع اللمفاويات لتشكيل بدورها القناة اللمفية اليمينية right lymphatic system (التي تصب في الوريد تحت الإبط (*) subclavian vein).

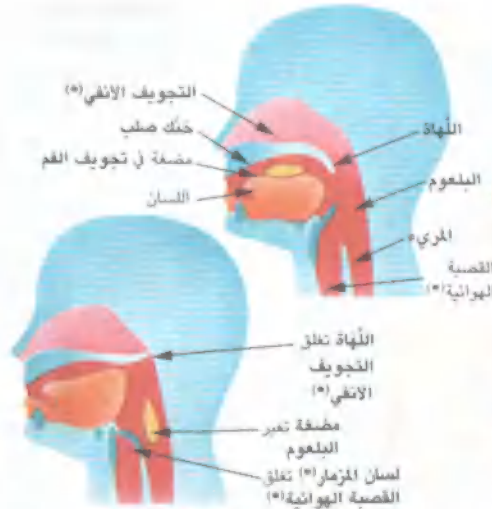
• والقناة الصدرية thoracic lymphatic system (التي تصب في الوريد تحت الإبط (*) الأيسر).

• اللمف lymph. السائل الموجود في اللمفاوية. يحتوي على خلايا اللمفية وبعض المواد من المائع النسيجي. ويوصى البروتينات كالهormones (*) والenzymes، وكذلك جزيئات الدهون.

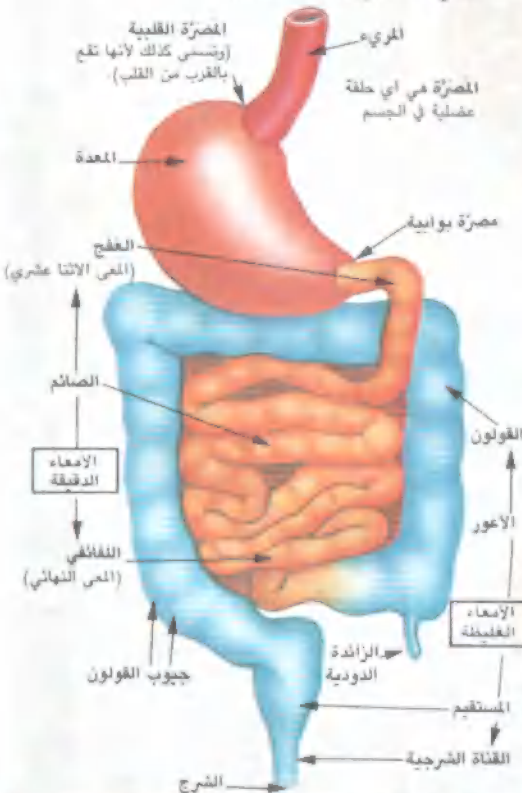
الجهاز الهضمي

إثر الأكل يمر الغذاء عبر الجهاز الهضمي digestive system، فيتحلل إلى مواد ذوابة بسيطة التركيب نتيجة لعملية الهضم digestion (انظر ص 108-109). وتمتص المواد البسيطة فتدخل الدم عبر الأوعية الدموية الموجودة في أنحاء الجهاز وتنقل إلى خلايا الجسم. وفي الخلايا تستخدم المواد الغذائية لتوفير الطاقة وبناء الأنسجة الجديدة. لمزيد من المعلومات حول كل العمليات المختلفة، انظر الصفحات 100-104. أما الأقسام الرئيسية للجهاز الهضمي فندرجها في هاتين الصفحتين. ويلعب البنكرياس والكبد (انظر ص 68) أيضاً دوراً حيوياً في عملية الهضم بوصفهما الغدتين الهضميتين(*) digestive glands (إذ تنتجان العصارات الهضمية(*) digestive juices).

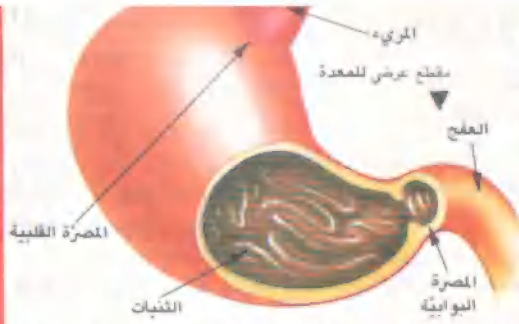
وضع الجهاز الهضمي



المريء oesophagus أو gullet. أنبوب يمر فيه الطعام وصولاً إلى المعدة. أما قطعة الطعام المتبلع فتسمى المضغعة bolus.

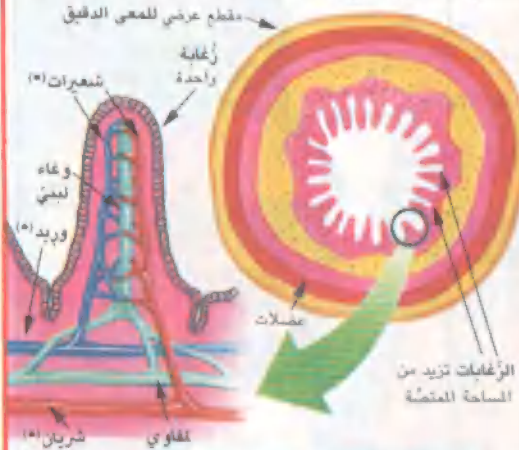


القناة الهضمية alimentary canal. (تسمى أيضاً alimentary tract أو enteric canal أو gut). مصطلح يجمع كل أجزاء الجهاز الهضمي. وهي أنبوب طويل ممتد من الفم إلى الشرج (انظر المعى الغليظ). ومعظم أجزاء القناة يقع في قسم الجسم السفلي أو البطن abdomen، داخل تجويف الجسم الرئيسي أو الجوف المحيطي الحشوي(*) perivisceral cavity. وهذه الأجزاء معلقة بواسطة الصفاقات mesenteries، وهي انتشاءات في بطانة الجوف (الصفاق peritoneum). البلعوم pharynx. تجويف في الجزء الخلفي من الفم، حيث يلتقي التجويفان الفموي(*) oral cavity والأنفي(*) nasal cavity. فعندما يُبلع الطعام تغلق اللهاة soft palate - وهي سدلية تسيجية موجودة في الفم الخلفي - الفجوتين الأنفيتين - فيما يفلق لسان المزمار(*) epiglottis القصبة الهوائية(*) trachea.



● **المصرة القلبية** cardiac sphincter (تسمى أيضاً **المصرة المريئية - المعدة gas-troesophageal sphincter**). حلقة عضلية تقع بين المريء والمعدة، تفتح حين تتمدد فتسمح للطعام بالدخول.

● **المعدة stomach**. كيس كبير تحدث فيه مراحل الهضم الأولى، بطانته فيها عُضُون rugae تنبسط فتتمدد المعدة، ويخترق بعض المواد - كالماء مثلاً - جدار المعدة إلى الأوعية الدموية المجاورة، بيد أن معظم الغذاء نصف المهضوم (الكيموس chyme) يذهب إلى المعى الدقيق (الاثني عشري).



● **المعى الدقيق small intestine**. موقع الهضم الرئيسي، وهو عبارة عن أنبوب ملتف مكون من ثلاثة أجزاء هي **العفج** أو **الاثني عشر** duodenum و**الصائم** jejunum و**الغائفي** ileum. وثمة «أصابع» دقيقة تدعى **الرغابات villi** تنبثق من بطانته. وتحتوي كل رغبة على شعيرات (*) **capillaries** (أوعية دموية دقيقة) تمتص معظم الغذاء، ووعاء لمفي (*) **lymph vessel** يدعى **الوعاء اللبني lacteal** الذي يمتص الجزيئات الدهنية المتحدة (انظر الدهون fats، ص 100). أما مزيج الفضلات نصف السائل فيذهب إلى **المعى الغليظ**.

● **المعى الغليظ large intestine**. أنبوب غليظ يتلقى الفضلات من المعى الدقيق، وهو يتكوّن من **الأعور (*) caecum** و**القولون colon** و**المستقيم rectum** و**القناة الشرجية anal canal**. يحتوي القولون على بكتيريا تحلّل أي غذاء متبق وتضخم بعض الفيتامينات المهمة. أما معظم الماء في الفضلات فيعبر جدران القولون إلى الأوعية الدموية المجاورة، مما يترك كتلة نصف صلبة (**البراز faeces**) لا تلبث أن يتم إخراجها من الجسم (**التبرز defaecation**) عبر المستقيم والقناة الشرجية ثم الشرج (**anus** وهو عبارة عن فتحة محاطة بحلقة عضلية تدعى **المصرة الشرجية anal sphincter**).

● **الزائدة appendix**. أنبوب صغير مسدود يبرز من الأعور (انظر المعى الغليظ) وهو عضو أثري vestigial، أي كان مفيداً لأسلافنا، ولكنه فقد دوره اليوم.

● **الغشاء المخاطي mucous membrane** أو **mucosa**. طبقة نسيج رقيقة تبطن كل الممرات الهضمية (وممرات أخرى، كالممرات الهوائية). والغشاء المخاطي هو نوع خاص من الغشاء الظهاري (*) **epithelium**، يحتوي على غدد خارجية الإفراز (*) **exocrine glands** وخلاية تدعى **الغدد المخاطية mucous glands**، التي تفرز المخاط mucus، وهو مائع مرّلق يحمي الممرات الهضمية أيضاً من فعل **العصارات الهضمية (*)**.

● **التمعج peristalsis**. موجات تقلصية تسببها العضلات في جدران الأعضاء (وخصوصاً الأعضاء الهضمية)، فتتحرك نتيجة لها المواد من مكان إلى آخر.

العدد

الغدد glands أعضاء خاصة (أو هي في بعض الأحيان مجموعات خلايا أو خلايا منفردة) تنتج مواد مختلفة حيوية للحياة وتفرزها. وثمة نوعان من الغدد: غدد خارجية الإفراز exocrine glands وغدد داخلية الإفراز endocrine glands.

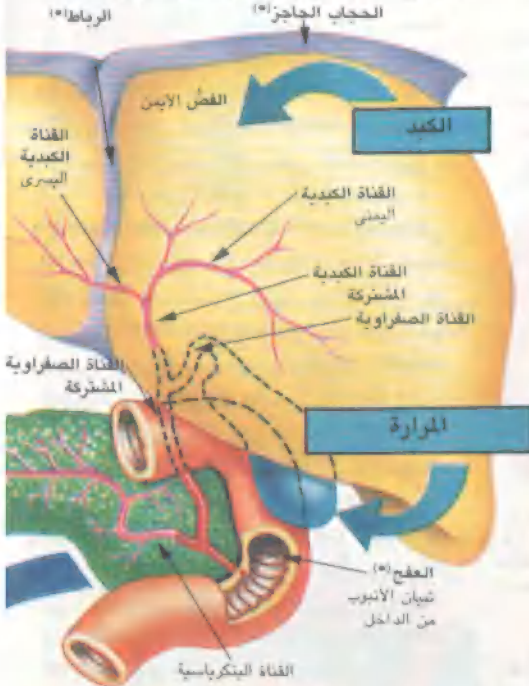
الغدد خارجية الإفراز

الغدد خارجية الإفراز غدد تفرز مواد عبر أنابيب أو القنوات ducts على سطح ما أو في تجويف ما. ومعظم غدد الجسم خارجية الإفراز كغدد العرق (*) و sweat glands والغدد الهضمية.



● الغدد الهضمية digestive glands. غدد خارجية الإفراز تطلق سوائل تدعى العصارات الهضمية digestive juices في أعضاء الجهاز الهضمي. وتحتوي هذه العصارات على أنزيمات (*) enzymes تحلل الغذاء (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109). وكثير من الغدد صغيرة ويقع في جدران الأعضاء الهضمية كالغدد المعوية gastric glands والغدد المعوية intestinal glands في المعى الدقيق. وبعض الغدد كبيرة وأكثر استقلالاً، كالغدد اللعابية، وأكبرها البنكرياس والكبد.

● البنكرياس pancreas. غدة كبيرة هي في أن غدة هضمية وغدة صماء تنتج العصارة البنكرياسية pancreatic juice (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109) تفرزها على طول القناة البنكرياسية pancreatic duct أو قناة ويرسوئغ. ويحتوي البنكرياس على مجموعات من الخلايا تسمى جزر لانغرهانس islets of Langerhans، تكون الأقسام الصماء منه وتنتج هرموني (*) الإنسولين (*) والغلوكاغون (*).



● الكبد liver. أكبر الأعضاء، وأحد أدواره العديدة كونه غدة هضمية تفرز الصفراء bile (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109) على طول القناة الكبدية المشتركة common hepatic duct. ومن مهماته الحيوية الأخرى تحويل المادة الغذائية المهضومة حديثاً وتخزينها (أنظر الرسم، ص 101)، وهي المادة التي يتلقاها من الوريد الكبدي البابي hepa-tic portal vein (أنظر الصورة، ص 61). ويضبط الكبد كمية الغلوكوز في الدم، كما يقوم بتلاص الخلايا الحساسة البالية ويخزن الفيتامينات والحديد ويصنع بروتينات الدم المهمة.

(*) الإنسا عشري 67 : الأنزيمات 103 : الإنسولين 106 : الحجاب الحاجز 70 : غدد العرق 83 : الغلوكاغون، الهرمونات 106

الغدد داخلية الإفراز

الغدد داخلية الإفراز endocrine glands أو الغدد الصماء ductless glands هي الغدد التي تفرز مواد تسمى الهرمونات hormones في الدم مباشرة (أي إلى الأوعية الدموية الموجودة في الغدد). ولزيد من المعلومات عن الهرمونات أنظر اللوحة الموجودة في الصفحتين 106-107. ويمكن أن تكون هذه الغدد أجساماً منفصلة (كتلك أدناه)، أو خلايا داخل أعضاء كما في الأعضاء الجنسية.

● الغدة النخامية pituitary gland. وتسمى أيضاً النخامة

hypophysis. غدة عند قاعدة الدماغ، تتأثر مباشرة بـ «تحت

المهاد» hypothalamus (*) (أنظر الهرمونات، ص 106). وهي

مكونة من فص أمامي (النخامة الغدية adenohypophysis)

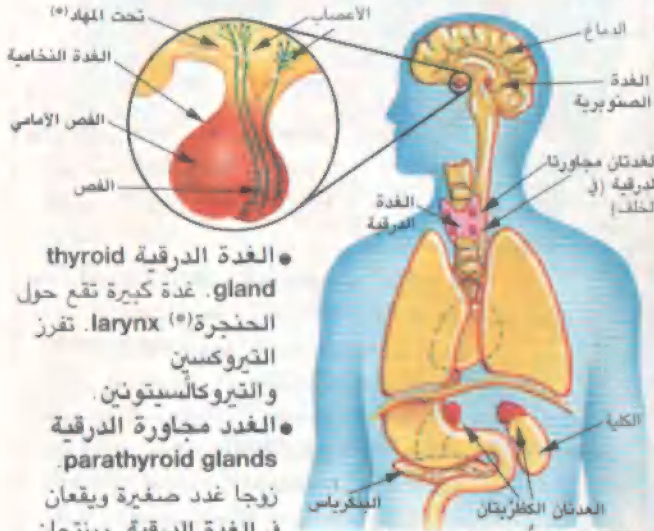
وقص خلفي posterior lobe (النخامة العصبية

neurohypophysis). أما العديد من هرموناتها فتعتبر هرمونات

محفزة tropic hormones. أي أنها تحفز غدداً أخرى كي تفرز

هرموناتها. وهي تفرز هرمونات ACTH و TSH و STH و FSH و

LH و lactogenic hormone و oxytocin و ADH.



● الغدة الدرقية thyroid gland.

غدة كبيرة تقع حول

الحنجرة larynx (*). تفرز

التيروكسين

والتيروكالسيتونين.

● الغدد مجاورة الدرقية

parathyroid glands.

زوجاً غدد صغيرة ويقعان

في الغدة الدرقية. وينتجان

هرمون PTH.

● الغدة الصنوبرية pineal

gland أو الجسم الصنوبري.

غدة صغيرة تقع أمام الدماغ.

دورها ليس واضحاً. مع أنه من

المعروف أنها تفرز الميلاقونين،

وهو هرمون يؤثر على إنتاج

الهرمون الجنسي sex (*)

hormone.

● الغدتان الكظريتان adrenal

glands أو الغدد

suprarenal. زوج غدد تقع الواحدة

منهما فوق إحدى الكليتين ولكل

غدة قشرة خارجية cortex تنتج

الألدوستيرون والكورتيزون

والهيدروكورتيزون، وثمة طبقة

داخلية medulla تنتج الأدرينالين

adrenalin والنورادرينالين

noradrenalin.

● المرارة gall bladder. كيس

يُخزن الصفراء bile

(المصنوعة في الكبد) بشكلها

المركّز إلى حين يُحتاج إليها

(أي حينما يوجد غذاء في

الاثني عشري (*)). وبطانتها

ذات غضون rugae عديدة

تنبسط عندما تتمدد. تنعصر

الصفراء عند الحاجة فتتسرب

إلى القناة الصفراوية

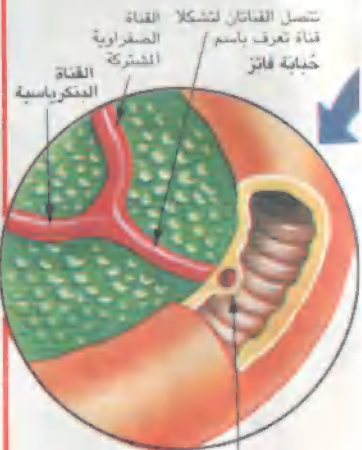
cystic duct والقناة

الصفراوية المشتركة

common bile duct.



البنكرياس



حلقة عسقية تعرف باسم مصرة أودي. إذا كانت المصرة مغلقة فإن الصفراء الآتية من الكبد تجبر على الدخول إلى المرارة.

الجهاز التنفسي

وضع الجهاز التنفسي



يشمل مصطلح التنفس respiration ثلاث عمليات هي: التهوية (أي إدخال الأكسجين، وإخراج ثاني أكسيد الكربون)، والتنفس الخارجي (أي تبادل الغازات بين الرئتين والدم - أنظر أيضاً خلايا الدم الحمراء، ص 58)، والتنفس الداخلي (أي تحليل الغذاء باستخدام الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون - أنظر الصفحتين 104-105). في ما يلي سرد للأقسام المكونة لجهاز التنفس عند الإنسان.

● **الرئتان lungs**: عضوا التنفس الرئيسيان اللذان يجري فيهما تبادل الغازات، وتحتويان على أنابيب كثيرة الشعبات والشعبيات) وأكياس هوائية (الأسناخ).

لسان المزمار عبارة عن صمام يغلظ القصبة الهوائية حين نزول الطعام في المريء (*)

البلعوم (*)

المريء (*)

الحنجرة
الرغامى

● **الرغامى trachea أو القصبة الهوائية windpipe**: الأنبوب الرئيسي الذي يمر فيه الهواء إلى الرئتين ومنهما.

● **الحنجرة larynx**: «علية الصوت» الواقعة في أعلى الرغامى، وتحتوي على الأوتار الصوتية

vocal cords - وهي عبارة عن قطعتي نسيج تلتقان إلى الداخل من بطانة الرغامى وتتصلان بلوحتين غضروفيتين (*)، وتسمى الفتحة التي بين الأوتار المزمار glottis. فائتاء الكلام تشد العضلات اللوحتين الغضروفيتين (ومعهما الأوتار) ويسبب الهواء الذي يمر خلال الوترين اهتزازهما فتصدر الأصوات.

● **غشاء الجنب pleura أو pleural**

membrane: طبقة نسيجية تحيط بكل من الرئتين وتبطن التجويف الصدري thorax

وبين غشاء الجنب المحيط بالرئتين وغشاء الجنب المبطن للصدر يوجد فراغ (التجويف الجنبى pleural cavity) يمتلئ بالسوائل pleural fluid. وهذا التجويف وما فيه من مائع جنبى يكون الكيس الجنبى.

● **الحجاب الحاجز diaphragm أو midriff**

صفحة من نسيج عضلي تفصل الصدر عن القسم الأسفل من الجسم أو البطن abdomen. يكون عند الراحة في وضع مقوس إذ يدفعه جدار البطن من أسفل إلى أعلى.

الرتة (الأوعية الدموية ليست ممتية هنا) ▼
الشعبة الأولية اليمنى



شعبة ثانوية
شعبة ثالثة
قطع نهاية - الضلع
شعبيات
غشاء الجنب
التجويف الجنبى مع المانع الجنبى

الرئتان وكل الأنابيب مغطاة بغشاء مخاطي (*) وأهداب (*)
الحجاب الحاجز

التنفس

● التنفس breathing. يتكوّن من الشهيق (دخول الأكسجين) والزفير (خروج ثاني أكسيد الكربون). وهما فعّالان تلقائياً الحدوث، تضبطهما أعصاب المركز التنفسي respiratory centre في النخاع المستطيل (*) medulla. تعمل هذه الأعصاب عندما يرتفع مستوى ثاني أكسيد الكربون في الدم.



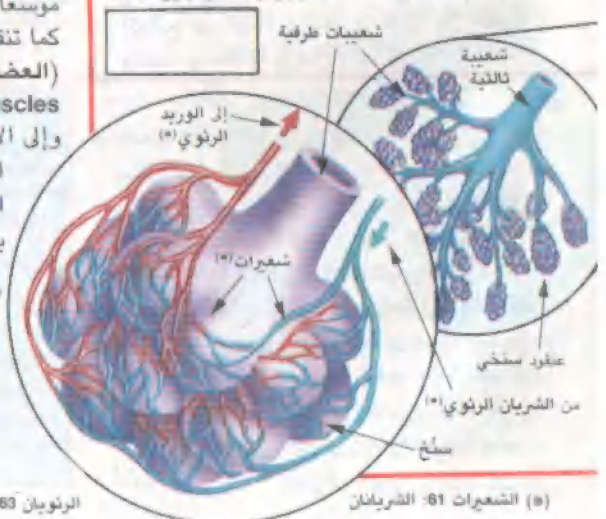
● الشهيق inhalation أو inspiration. فعل التنفس نحو الداخل. ويترافق مع تقلص الحجاب الحاجز diaphragm وانساعه موسعاً بحركته هذه التجويف الصدري. كما تنقبض أيضاً العضلات بين الأضلاع (العضلات الوربية intercostal muscles) دافعة الأضلاع نحو الأعلى وإلى الأمام مما يوسع التجويف. هذا

التوسع الشامل يخفّض ضغط الهواء في الرئتين، فيندفع الهواء ليملاها (حتى يتوازن الضغطان الداخلي والخارجي).

● الزفير expiration أو exhalation. فعل التنفس نحو الخارج. وأثناءه يرتخي الحجاب الحاجز والعضلات الوربية (انظر الشهيق)، فيندفع الهواء إلى خارج الرئتين، عندما يصغر حجم التجويف الصدري.

● الشعبات bronchi. الأنابيب الرئيسية التي تنشعب إليها القصبة الهوائية. والقرعان الأولان هما الشعبتان الأوليان اليسرى واليمنى. كل يحمل الهواء إلى رقة (عبر ثقب يسمى الوُيْب hilum) بمحاذاة الشريان الرئوي (*) pulmonary artery الذي يحمل الدم إلى الداخل. وتتفرغ الشعبتان إلى شعبات ثانوية secondary bronchi وثالثية tertiary ary bronchi. ومن ثم إلى شعبات. وكلها تتواكب مع الأوعية الدموية المتفرعة من الشريان الرئوي، التي تعود فلتلتقي لتشكل الوريدين الرئويين (*) pulmonary veins. ● الشعبات bronchioles. ملايين الأنابيب الدقيقة في الرئتين، المترافقة جميعاً مع الأوعية الدموية. والشعبات تتفرع من الشعبات الثالثية (انظر الشعبات) ولها فروع أصغر تسمى الشعبات الطرفية terminal bronchioles تنتهي كل واحدة منها بعنقود من الأسناخ.

● الأسناخ alveoli ملايين الأكياس الدقيقة المرتبطة بالشعبات الطرفية (انظر الشعبات). والأسناخ محاطة بالشعيرات (*) capillaries التي يتشعب دمها بثاني أكسيد الكربون الذي يعبر جدران الشعيرات إلى جدران الأسناخ (في طريقه إلى الزفير). أما الأكسجين الذي يستنشقه فيدخل الأسناخ ويعبر منها إلى الشعيرات التي تندمج لاحقاً معاً لتشكل في نهاية المطاف الوريدين الرئويين (*).

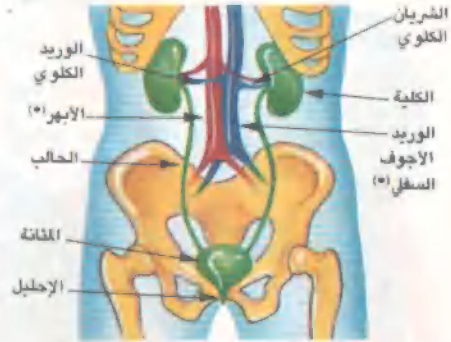


(*) الشعيرات 61- الشريانان

الجهاز البولي

• الجهاز البولي urinary system هو الجهاز

الرئيسي لأعضاء الجسم التي تقوم بعملية الإفرار excretion. أي عملية التخلص من المواد غير المطلوبة. وهذه الأقسام نعرّفها أدناه. وتقوم الرئتان والجلد بدور في عملية الإفرار (زفير ثاني أكسيد الكربون والتعرق على التوالي).



• الكليتان kidneys. عضوان في ظهر الجسم

أسفل الأضلاع مباشرة. تعتبر الكليتان عضوي الإفرار الرئيسيين، اللذين يصفيان من الدم الفضلات، كما يضبطان مستوى السوائل في الجسم ومحتوياتها (أنظر الاستتباب homeostasis، ص 105). يدخل الدم إلى الكلية بواسطة شريان كلوي renal artery ويخرج منها بواسطة وريد كلوي renal vein. الحالبان ureters. أنبوبان ينقلان البول urine من الكليتين إلى المثانة.

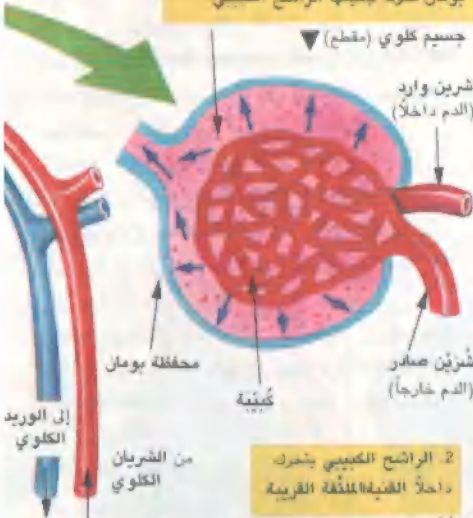
الكلية (مقطع) المنطقة التي يوجد رسمها أعلاه إلى اليسار الجزء الداخلي فاتح اللون هو النخاع أو النخاع الكلوي، الذي يتكون من مناطق تسمى مخروطية الشكل (الأهرام النخاعية أو الكلوية).



داخل الكلية

1. الأرشاش الكبيري، ما إن يُنصر الدم بواسطة الكبيرات حتى يدفع معظم ماء وأسالحة المعدنية ونياسيناته وغلوكوزه وحموض الأمينية(*) ويولته إلى محفظة بومان شكّلة جسيمها الأرشاش الكبيري

جسيم كلوي (مقطع)



2. الأرشاش الكبيري يشترك داخل القبية الملتفة القريبة

• الكَلُيُونَات nephrons. وحدات تصفية دقيقة في الكلية (وعدها حوالي المليون في الكلية الواحدة). وتتألف كل وحدة من جسيم كلوي وتُنبَّب بولي.

• الجُسيمَات الكلوية renal corpuscles أو جُسيمَات ملبغي Malpighian corpuscles. الجسيمات التي تستخلص الموائع من الدم. ويتألف كل منها من كَبَيْبَة واحدة ومحفظة بومان واحدة.

• المثانة bladder. كيس يتجمع فيه خزين

البول. تكثر الثنيات (الغضون rugae) في بطانته وتوسع حجمه عند تمددها. وفي المثانة حلقان عضليتان هما المَصْرَتَان البوليتان، urinary sphincters الداخلية والخارجية، تضبطان انفتاح المثانة على الإحليل urethra. فعندما يبلغ حجم البول مستوى معيناً، تحفز الأعصاب المصرة الداخلية فتفتح، أما المصرة الخارجية فهي تخضع لضبط واع (إلا عند الأطفال الصغار)، ويمكن إبقاؤها مغلقة وقتاً أطول.

3 إعادة الامتصاص الأنبوبية
يسلك الراشح الكبيري طريق النبيب
البولي فيصيب معظم الفيتامينات
والغلوكوز والحموض الأمينية(*) في
الدم بواسطة الشعيرات(*)

4 بعض الأملاح المعدنية أيضاً يعاد امتصاصه
ويضبط الهرمون(*) الدوستيرون(*) عملية
إعادة امتصاصها إذا احتاج الأمر

5 ويعاد امتصاص بعض الماء أيضاً،
ويضبط هذه العملية الهرمون(*)
ADH(*)

6 الإفراز الأنبوبي: بعض المواد
- كالأمونيا وبعض الأدوية - تُعبر من الدم
إلى النبيب البولي.

7 ويعبر البول
الناتج إلى
القناة
المجمعة.



● **محفظة بومان Bowman's capsule**. الجزء
الخارجي من كل جسيم كلوي، وهو كيس رقيق
الحدان يحيط بالكبيبة.

● **النبيبات البولية uriniferous tubules** أو
النيبيات الكلوية renal tubules. أنابيب
طويلة يمتد كل منها من محفظة بومان. ولكل
نبيب ثلاثة أقسام: القنية الملتفة القريبة - pro-
ximal convoluted tubule، وعروة هنلي
loop of Henlé، والقنية الملتفة البعيدة - dis-
tal convoluted tubule. وللنبيب شعيرات(*)
عديدة تلتف حوله. وهي فروع للشريان الصادر
(أنظر الكبيبة) تتحد مرة ثانية لتشكل أوعية
دموية أكبر حجماً لنقل الدم من الكلية
kidney.

● **القناة المجمعة collecting duct** أو النبيب
المجمع collecting tubule. أنبوب ينقل البول
من عدة نبيبات بولية إلى حوض الكلية.

● **الكُبيبة glomerulus**. كرة من شعيرات(*)
capillaries ملتفة موجودة في مركز كل جسيم
كلوي. والشعيرات تتفرع من شريان(*)
arteriole يدخل الجسيم (شريان وارد affer-
ent arteriole) ثم تتجمع مجدداً لتخرج منه
(شريان صادر efferent arteriole).

● **اليولة urea**. قسلة ذات محتوى
أزوتي nitrogenous تنتج عن تفكك
فائض الحموض الأمينية(*) amino
acids في الكبد، واليولة تجري في الدم
إلى أن يبلغ الكليتين مع كميات أقل من
مواد مشابهة كالكرياتينين.
● **البول urine**. السائل الذي يخرج من
الكليتين، يتكون أساساً من اليولة وماء
فائض وأملاح معدنية.

● **الإحليل urethra**. أنبوب ينقل البول من
المثانة إلى خارج الجسم (وينقل عند الرجل
المني sperm أيضاً - أنظر القضيب
penis، ص 88). يسمى طرح البول التبول
micturition أو urination.



أجزاء الدماغ

● **المخ cerebral**. المنطقة الأكبر والأكثر تطوراً، وفيه تعرجات عميقة. ويتكوّن المخ من نصفي كرة مخيين cerebral hemispheres يصل بينهما الجسم الثفني corpus collasum (شريط من الألياف عصبية*) (nerve fibres) وتسمى طبقتهما الخارجية القشرة المخية cerebral cortex. وفي المخ توجد أهم المناطق الحسية والتربطية والحركية (انظر الدماغ). ويقوم المخ بضبط معظم النشاطات الجسدية، ويعتبر مركز النشاطات الذهنية كاتخاذ القرارات والكلام والتعلم والذاكرة والتخيل.

● **المخيخ cerebellum**. المنطقة التي تشق حركة العضلات والتوازن، وهما أمران يقعان تحت السيطرة العامة للمخ.

● **الدماغ الأوسط midbrain** أو mesencephalon. منطقة تربط ما بين الدماغ البيني والجسر. وهو يحمل النبضات إلى المهاد thalamus. ومن المخ إلى النخاع الشوكي الجسر pons أو جسر فارو pons Varolii. وصلة من الألياف عصبية* تشكل رابطة ما بين أجزاء الدماغ والنخاع الشوكي (عبر النخاع المستطيل).



الجهاز العصبي المركزي

الجهاز العصبي المركزي central nervous system (ج ع م). مركز التحكم بالجسم. فهو الذي ينسق جميع أفعاله الميكانيكية والكيميائية (ذات العلاقة بالهرمونات*) (hormones).

ويتألف هذا الجهاز من الدماغ والنخاع الشوكي. وتحمل ملايين الأعصاب في الجسم «الرسائل» (أي النبضات العصبية) من هذه المناطق المركزية وإليها (انظر ص 78-81).

● **الدماغ brain**. هو العضو الذي يضبط معظم أنشطة الجسم ويديرها. وهو العضو الوحيد القادر على إنتاج فعل «ذكي». أي مبني على تجربة سابقة (معلومات مخزنة) وأحداث راهنة وخطط مستقبلية. وهو مؤلف من ملايين العصبونات* (neurons) (الخلايا العصبية) المرتبة في مناطق حسية sensory وترابطية association وحركية motor.

فالمناطق الحسية تتلقى معلومات (أي نبضات عصبية) من كل أجزاء الجسم، فتقوم مناطق الربط بتحليلها واتخاذ القرارات. أما المناطق الحركية فترسل النبضات (الأوامر) إلى العضلات أو الغدد. وتحمل النبضات الألياف من 43 زوجاً عصبياً هي 12 زوجاً من الأعصاب القحفية (أي الجمجمية cranial nerves) التي تخدم الرأس، و 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية spinal nerves (انظر النخاع الشوكي).



● **النخاع الشوكي spinal cord**. وتر طويل من النسيج العصبي يمتد من الدماغ داخل العمود الفقري* (vertebral column). وتر عبره النبضات العصبية من كل أجزاء الجسم بعضها ينتقل إلى الدماغ أو بعيداً عنه، وبعضها يعالج في النخاع نفسه (انظر الأفعال اللاإرادية ص 81). يتفرع 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية من النخاع الشوكي عبر الفتحات القائمة بين الفقرات* (vertebrae). يتكون كل عصب شوكي من مجموعتين من الألياف: جذر حسي sensory root ويتكون من الألياف عصبونات حسية* (sensory neurons) تستجيب للنبضات، وجذر محرك motor root ويتكون من الألياف عصبونات محركة* (motor neurons) (تأخذ النبضات بعيداً).

● تحت المهاد hypothalamus الضابط المدير

لمعظم وظائف الجسم الداخلية. فهو يتحكم بالجهاز العصبي المستقل (*) autonomic nervous system (أي الخلايا العصبية التي تسبب الأفعال غير الواعية كحركة الغذاء في الأمعاء مثلاً) وفعل الغدة النخامية (*) pituitary gland. ونشاطات تحت المهاد مهمة وحيوية بالنسبة إلى الاستتباب (*) homeostasis، أي إقامة استقرار الظروف الداخلية وشأتها.

● الدماغ البيني diencephalon - مصطلح يجمع
المهاد وتحت المهاد

مناطق الحصى تستقبل النبضات الواردة

1 منطقة الحصى العامة تستقبل النبضات من العضلات والدم والأعضاء الداخلية

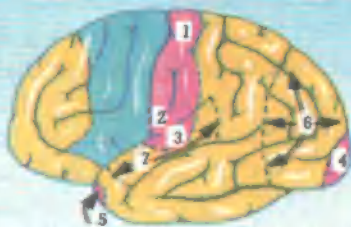
2 المنطقة الذوقية الأولية نبضات من اللسان

3 المنطقة السععية الأولية نبضات من العينين

4 المنطقة البصرية الأولية نبضات من الأذن

5 المنطقة الشمية الأولية نبضات من الأنف

المناطق المحركة النبضات تبعث من كل نقطة دقيقة إلى عجلة مختصة



مناطق التوافق تتوحد النفقات وتتخذ القرارات من هذه
المنطقة المختصة.

6. منطقة الترابط البصري تنتج البصر.

● النخاع المستطيل medulla oblongata

المطلقة التي تسيطر على الضغط الدقيق
لكثير من الأفعال غير الواعية (الواقعة تحت
السيطرة العامة لتحت المهاد). وتتحكم
أجزاء المختلفة بأفعال مختلفة، فمثلا
ضغط المركز التنفسي التنفس.

● جذع الدماغ brain stem مصطلح جامع للدماغ الأوسط والجسر والنخاع المستطيل.



● الدبق العصبي neuroglia خلايا عصبية

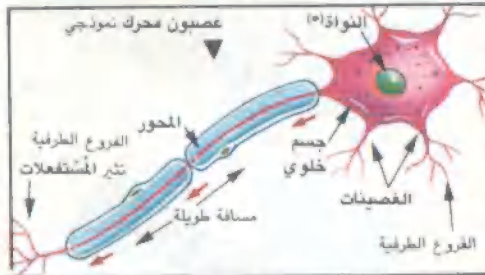
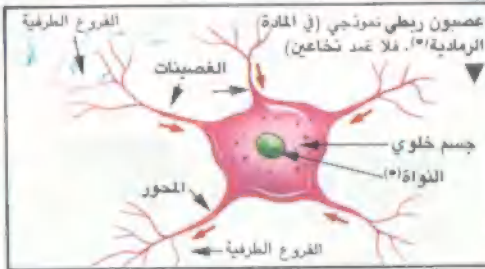
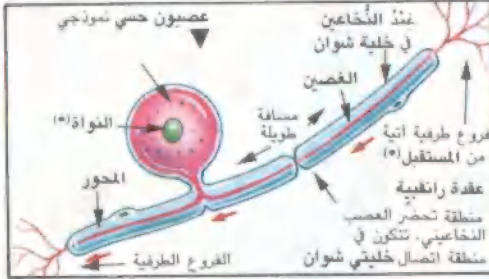
مُتخصّصة تحمّل عصبونات (*) الجهاز العصبي المركزي ويحميها. وبعضها ينتج مادة دهنية بيضاء تدعى النخاعين myelin (انظر خلايا شوان، ص 76). وهذه المادة تغطي الألياف الطويلة الموجودة في مناطق الدماغ الضامة وفي طبقة النخاع الشوكي الخارجية وتقود إليها وتسمى المادة البيضاء white matter. أما المادة الرمادية فتتكون أساساً من أجسام خلوية (*) ولا تنتج أليافها القصيرة ولا تدّقها العصبية مادة النخاعين.

وحدات الجهاز العصبي

الخلايا العصبية أو العَصْبُونَات neurons هي الوحدات التي يتألف منها كل من الدماغ والنخاع الشوكي (الجهاز العصبي المركزي*) (central nervous system) وأعصاب بقية الجسم (الجهاز العصبي المحيطي peripheral nervous system). والعصبونات قريدة لكونها قادرة على نقل «الرسائل» الكهربائية (النبضات العصبية الحيوية) إلى كل أنحاء الجسم. ويتألف كل عصبون من جسم خلوي ومحور وغصين واحد أو أكثر dendrites، كما توجد ثلاثة أنواع من العصبونات: الحسي sensory، والربطي association، والمحرك motor.

أجزاء العصبون

- الجسم الخلوي cell body أو perikaryon. ذلك الجزء من العصبون المحتوي على النواة (*) nucleus ومعظم السيتوبلازما (*) cytoplasm. تقع الأجسام الخلوية لكل العصبونات الربطية، وبعض الحسية والمحركة، في الدماغ والنخاع الشوكي. أما العصبونات الحسية الأخرى فتوجد في كتل متخصصة تسمى العُقَد ganglia أو يمثابة أجزاء من مستقبلات (*) receptors عالية التخصص في الأنف والعينين. أما العصبونات المحركة الأخرى فتقع في العقد الذاتية.
- الألياف العصبية nerve fibres. الياف العصبون (المحور والغصينات)، وهي امتداد لسيتوبلازما (*) الجسم الخلوي يحمل النبضات العصبية الحيوية. ترافق معظم الألياف العصبية التي تمتد في مختلف أنحاء الجسم (أي المتعلقة بالعصبونات الحسية والمحركة) مع خلايا دبقية عصبية neuroglial. وتسمى هذه خلايا شوان Schwann cells وتنتج النخاعين (*) myelin حول كل ليف.
- الغصينات dendrites. الألياف العصبية التي تنقل النبضات إلى الجسم الخلوي. ومعظم العصبونات ذات غصينات قصيرة وعديدة. ولكن نوعاً واحداً من العصبونات الحسية يملك غصيناً واحداً طويلاً dendron وتشكل أطراف هذه الغصينات مستقبلات (*) receptors في كل أنحاء الجسم، أما الغصينات نفسها فتتجه إلى داخل الأجسام الخلوية (الموجودة في العقد) خارج النخاع الشوكي مباشرة.

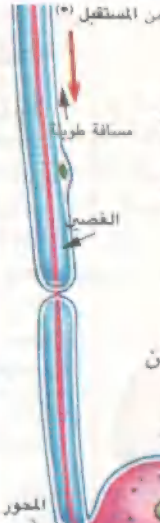


- المحور axon. ليف عصبي واحد يحمل النبضات بعيداً من جسم الخلية. إن محاور كل العصبونات الترابطية والحسية وبعض العصبونات المحركة تقع بين الدماغ والنخاع الشوكي. أما بقية العصبونات المحركة فتتمدد من النخاع الشوكي إلى العقد الذاتية (*) autonomic ganglia وإلى الفواعل effectors. (انظر العصبونات المحركة).



• **المشابك العصبية synapses.** المناطق الدقيقة التي تلتقي فيها أطراف المحور العصبي لعصبون بفضيئات dendrites العصبون الذي يليه وعندما تبلغ النبضة طرف المحور فإن مادة كيميائية تسمى المادة العصبية الناقلة neurotransmitter تطلق في الفجوة الدقيقة (الفلج المشبكي synaptic cleft) الفاصل بين الطرف والغصين، وعندما تبلغ تركيزاً محدداً يصبح بإمكان النبضة الانتقال إلى الغصينات.

• **العصبونات المحركة motor neurons أو العصبونات الصادرة efferent neurons.** العصبونات التي تنقل «التعليمات» (أي النبضات العصبية) من الدماغ والنخاع الشوكي. تقيم أطراف محاور بعض العصبونات المحركة اتصالات مع العضلات أو الغدد (وتسمى المستقبِلات effectors)، فتحفز النبضات التي تحملها (والتي تلقتها من العصبونات الربطية) هذه الأعضاء للقيام بعملها. لمزيد من المعلومات عن العصبونات المحركة المختلفة انظر ص 80-81.



أنواع العصبونات

• **العصبونات الحسية sensory neurons أو neurons الواردة afferent neurons** التي تنقل «معلومات» (أي نبضات عصبية) عن الإحساسات. والغصينات الأحادية في بعض العصبونات الحسية تجري في كل الجسم، فتطلق أطرافها النبضات عند الإثارة، ولمزيد من المعلومات عن هذه الأطراف (المستقبِلات) ومختلف العصبونات الحسية انظر ص 78-79.



جسم خلوي العصبونات الحسية (يظهر عصبون واحد فقط) تحمل النبضات من العينين والأصابع

جسم خلوي العصبونات الحسية (يظهر عصبون واحد فقط) تحمل النبضات من العينين والأصابع

العصبونات الترابطية (يظهر عصبون واحد) تحلل المعلومات وتعمل على اتخاذ القرار



• **عصبونات الترابط association neurons أو neurons relay neurons.** متخصصة رابطة موجودة في الدماغ والنخاع الشوكي بوفرة. وهذه العصبونات تلتقط النبضات (من العصبونات الحسية) وترجم المعلومات الحسية وتمررها إلى العصبونات المحركة لبدء الفعل.

الأعصاب والمسالك العصبية

تعتمد حساسية **sensitivity** (هيجية **irritability**) الجسم (أي قدرته على الاستجابة للمحفزات) على نقل «الرسائل» (أي النبضات العصبية) بواسطة الألياف الخلوية العصبية (العصبونات ^(*) **neurons**). وتشكل الألياف التي تنقل النبضات إلى الدماغ والنخاع الشوكي جزءاً من الجهاز الوارد (انظر ص 80-81). أما تلك التي تنقل النبضات من الدماغ والحبل الشوكي فتشكل جزءاً من الجهاز الصادر **efferent system**. وتؤلف كل الألياف الموجودة خارج الدماغ والنخاع الشوكي أعصاب **nerves** الجسم، وتعرف مجتمعة باسم الجهاز العصبي المحيطي **peripheral nervous system (PNS)**.



● المستقبلات receptors. أجزاء

من الجهاز الوارد تنتج النبضات العصبية عندما تثار. ومعظم المستقبلات هي إما طرف واحد متفرع لـ **لُصِين** (*)

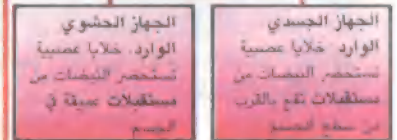
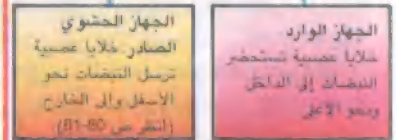
dendron طويل من عصبون حسي من المرتبة الأولى (أنظر الصورة). أو مجموعة من هذه الأطراف. وجميع المستقبلات مثبتة داخل أنسجة الجسم، وللعديد منها بنى متكونة حولها (كالبراعم الذوقية في اللسان). والمستقبلات موجودة في كل أنحاء الجسم قرب سطحه (في الجلد والأعضاء الحسية والعضلات الهيكلية (*) **skeletal muscles**، إلخ) وفي أعماقه (متصلة بالأعضاء الداخلية وجدران الأوعية الدموية، إلخ).

● الأعضاء الحسية sense

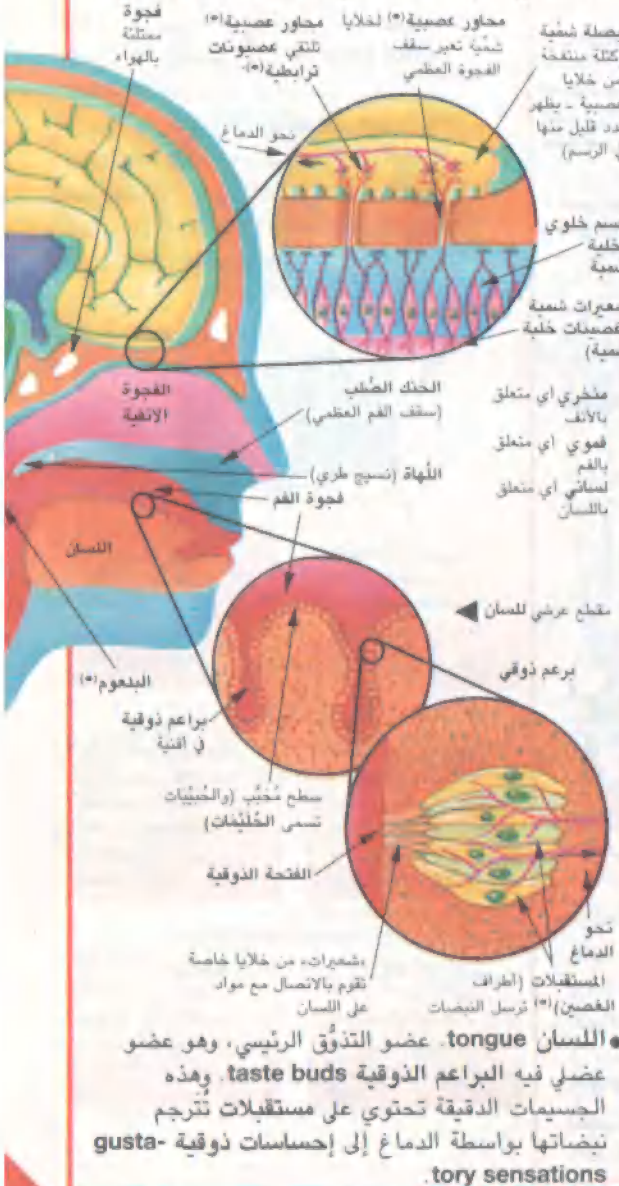
organs. أعضاء الحواس عالية التخصص، كل يحتوي على مستقبلات عديدة. وهي الأنف واللسان والعيان والأذنين. ولزبد من المعلومات عن العينين والأذنين أنظر ص 84-87.

أقسام الجهاز الوارد

الجهازان
العصبيان المركزي
والطرفي كل خلايا
الجسم العصبية.



● **الأنف nose**. عضو حاسة الشم. يفتح كل من المنخرين على فجوة أنفية **nasal cavity** مبطنة بغشاء مخاطي (*) وتكثر فيها الشعيرات الشمية **olfactory hairs** الممتدة من سطحها. وهذه الشعيرات لُصِينات (*) من عصبونات حسية (*) متخصصة تدعى الخلايا الشمية وهي المستقبلات التي تترجم نبضاتها في الدماغ إلى إحساسات شمية **olfactory sensations**.



الجهاز الصادر

الجهاز الصادر **efferent system**. الجهاز الثاني من الخلايا العصبية (العصبونات*) (**neurons**) في الجسم (أنظر الجهاز الوارد **afferent system**، ص 78-79). تنقل الياض خلاياه العصبية النبضات من الدماغ إلى النخاع الشوكي ومنه إلى أنحاء الجسم. أما خلاياه العصبية المولجة فهي كل العصبونات المحركة* (**الصادرة**) **motor (efferent)** **neurons** الموجودة في الجسم، والنبضات المنقولة تثير الفعل في العضلات الهيكلية* (**skeletal muscles** أو في الغدد والعضلات الداخلية (في جدران الأوعية الدموية والأعضاء الداخلية). فكل هذه الأعضاء تعرف باسم **المُسْتَفْعِلَات** **effectors**.

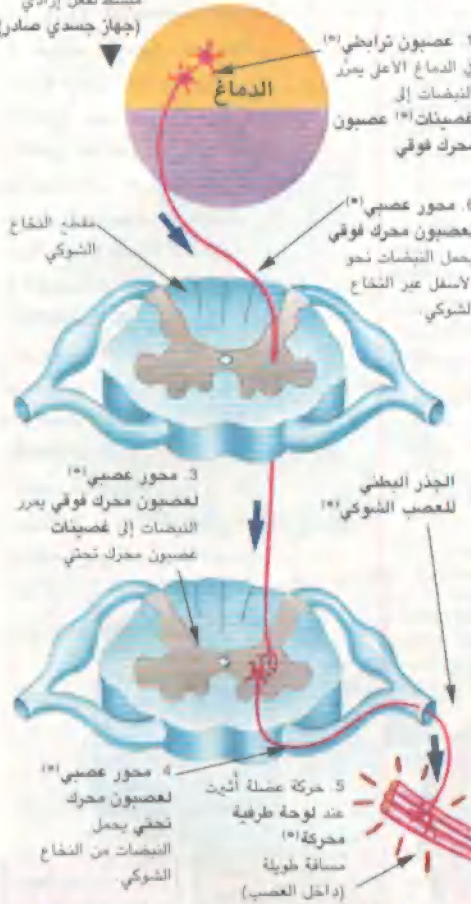
أقسام الجهاز الصادر



الأفعال المختلفة

في هذه المخططات
يُعرض عصبون واحد
فقط من كل نوع
(والواقع أنه يوجد
عدد كبير منها).

مسلك عصبي*
مبسط لفعل إرادي
(جهاز جسدي صادر)



● **الأفعال الإرادية** **voluntary actions**. أفعال ناتجة عن نشاط واع للدماغ، كأن يقرر المرء أن يرفع كوباً. وفي هذه الأفعال تتدخل العضلات الهيكلية* فقط. وتنشأ النبضات التي تسببها في مناطق الدماغ العليا (وخصوصاً المخ*) (**cerebrum**) وتنقلها الخلايا العصبية التابعة للجهاز الحشوي الصادر **somatic efferent system**.

قوس مُعْكَس مُبَسَّط
(مُتَعَكِّس شَوْكِي)



مسلك عصبي (١)
مُبَسَّط لِفْعَل ذاتي
(القسم نظير الوَدي
من الجهاز العصبي
الذاتي)



محور عصبي (١)
لِعَصْبُون حسي من
المرتبة الثانية (انظر
ص 78) يحمل
النِضْضَات إلى الدماغ
لِلْإِعْلَامَةِ بما حدث.
مقطع النخاع الشوكي

1. مُسْتَقْبِل
الْأَلَم (١) وقد
اسْتَجَبَ

2. عُصْبُون (١) عَصْبُون حسي
من المرتبة الأولى (انظر ص
78) يحمل النِضْضَات إلى
النخاع الشوكي

4. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون محرك قبل
عقدي يَمُرُّ النِضْضَات
إلى عُصْبُونَات (١)
عَصْبُون محرك بعد
عقدي

1. عَصْبُون رِبَاطِي (١)
في الدماغ التَّحَنِّي
يَمُرُّ النِضْضَات إلى
عَصْبُونَات عَصْبُون
محرك أَعْلَى

2. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون محرك أَعْلَى يحمل
النِضْضَات نَحْوَ الْأَسْفَل عِبر
النخاع الشوكي

3. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون من المرتبة
الأولى يَمُرُّ
النِضْضَات إلى
عَصْبُونَات (١)
عَصْبُون رِبَاطِي (١)

4. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون
رِبَاطِي (١) يَمُرُّ
النِضْضَات إلى
عَصْبُونَات (١)
عَصْبُون محرك
تَحْتِي

5. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون محرك تَحْتِي
يحمل النِضْضَات من
النخاع الشوكي

3. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون محرك أَعْلَى يَمُرُّ
النِضْضَات إلى عُصْبُونَات (١)
عَصْبُون محرك قبل عقدي

3. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون محرك أَعْلَى يَمُرُّ
النِضْضَات إلى عُصْبُونَات (١)
عَصْبُون محرك قبل عقدي

6. حركة عَضَلَة أُثِرَتْ
عند اللوحة الطرفية
المُخَرَّجَة (١)

8. حركة عَضَلَة أُثِرَتْ
عند اللوحة الطرفية
المُخَرَّجَة (١)

أَجْسَام خَلَوِيَّة (١) (وَعَصْبُونَات) (١)
لِعَصْبُونَات بعد عَقْدِيَة (القسم الْوَرْدِي)
تَقَعُ في الْكُتْلِ النَتَفَخَةِ (العَقْدَةُ الذَاتِيَّة)
بِالْقَرَبِ من النخاع الشوكي

5. محور عصبي (١)
لِعَصْبُون محرك
بعد عقدي يحمل
النِضْضَات إلى الْعَضْوِ

• الأفعال المنعكسية reflex actions. أفعال لا

إرادية تكون على وعي بها. ويقصد عموماً بهذا
التعبير أفعال العضلات الهيكلية (skeletal

muscles المفاجئة (كابتعاد اليد فجأة عن شيء
ساخن). والنِضْضَات التي تُسَبِّبُ أفعالاً

منعكسية تنقلها الخلايا العصبية التابعة
للجهاز الحشوي الصادر. ويكون المسلك

العصبي (١) بأكمله «دائرة مقصورة» ويسمى
قوساً منعكسياً reflex arc. وفي حالة

المنعكسات القحفية cranial reflexes (أي ما
يتعلق بالرأس كالعطس) فيضم المسلك جزءاً

صغير من الدماغ. أما المنعكسات الشوكية
spinal reflexes (أي تلك المتعلقة بسائر

الجسم) فلا يشترك فيها الدماغ بنشاط وإنما
النخاع الشوكي فحسب.

• الأفعال اللاإرادية involuntary actions

الأفعال التلقائية (أي تلك التي لا يقررها
الدماغ بوعي). وهناك نوعان: الأفعال

المتواصلة، التي لا نعيها عادة، للأعضاء
الداخلية كنَبْضِ الْقَلْبِ. وتَنَشُّأ النِضْضَات

العصبية التي تُحَدِّثُهَا في الدماغ السَّقْلِي
(وخصوصاً تحت المهاد (hypothalamus).

وتنقلها الخلايا العصبية التابعة للجهاز
العصبي المستقل autonomic nervous system.

ويسمى هذا النوع الأفعال التلقائية
autonomic actions. أما النوع الثاني من

الأفعال اللاإرادية فهي الأفعال المنعكسية.

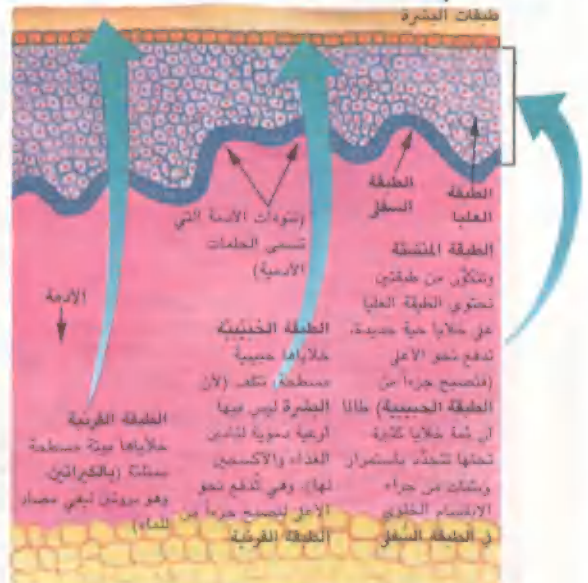
الجلد

بني موجوده في الجلد

الجلد skin أو cutis. غطاء الجسم الخارجي الذي يتكوّن من عدة طبقات نسيجية. يسجّل الجلد المحفزات الخارجية، أي أنه يستقبلها، كما يقوم بحماية الجسم من الأضرار والعدوى ويمنعه من الجفاف، ويساعد في ضبط حرارته، وي طرح الفضلات (العرق sweat) ويخزن الدهون، وينتج الفيتامين vitamin D (*). ويحتوي الجلد على بنى دقيقة كثيرة لكل منها وظيفة مختلفة. ويسمى الجلد بأكمله (أي الطبقات النسيجية والبنى الأخرى) الجهاز الجلدي أو الجهاز الإهامي integumentary system.

الطبقات المختلفة

طيفات العشرة



● **البشرة epidermis** الطبقة الرقيقة الخارجية من الجلد التي تكون الطبقة الظهارية **epithelium** (مصطلح يطلق على أي شريحة خلوية تشكل غطاء لسطح أو بطانة لأي تجويف)، والبشرة تتكون من عدة طبقات **strata** مبيّنة أعلاه.

● الأدمة dermis. الطبقة السميكة من النسيج الضام (*) connective tissue التي تقع تحت البشرة. وتحتوي على معظم البنى الجلدية (انظر المدخل). كما تحتوي أيضاً على العديد من الشعيرات الدموية (*) capillaries، التي تمدّها بالغاز والأكسجين.

● **جسيمات ميسنر** **Meinssner's corpuscles**. أجسام خاصة حول أطراف الألياف العصبية. وثقة عدد كبير منها عند أطراف الأصابع وفي الكفين. **جسيمات ميسنر** هي مستقبلات (*) **receptors** لللمس، أي أنها ترسل النبضات إلى الدماغ عندما يتم الاتصال بين الجلد وبين الأشياء.

• **sebaceous glands** الغدد الدهنية
exocrine glands غدد خارجية الإفراز^(*)
 تنفتح على جريبات الشعر، وتفرز
 زيتاً يدعى **sebum** رُهماً يجعل الشعر
 والبشرة مقاومين للماء ويقيهما طريقتين.

• العضلات ناصبة الشعر hair erector muscles. عضلات خاصة ترتبط كل واحدة منها بجريب شعرة. وعندما تنقلص هذه العضلات (أثناء البرد) ينتصب الشعر مما يتيح حصر كمية أكبر من الهواء، وخصوصاً عند الحيوانات ذات الفراء أو الريش.

• **جُزْئِيَّاتُ الشَّعْرِ hair follicles** أنابيب طويلة ضيقة يحتوي كل منها على شعرة تنمو الشعرة كلما أضيفت خلايا جديدة إلى قاعدتها من تلك الخلايا التي تبطن الجريب. أما الخلايا المتقدمة فتتوت حالمًا يتكوّن الكيراتين keratin داخل الجريب (انظر الطبقة القرنية).

• الطبقة تحت الجلدية
subcutaneous layer (أو
اللفافة السطحية -
superficial fascia). طبقة من
نسيج دهني adipose
tissue أسفل الأدمة (وهي
مخزن للدهن). وثمة الياف
مرنة تخترقها لتربط الأدمة
بالأعضاء التي تحتها، أي
العضلات.

• مستقبلات الألم pain receptors

أطراف الياف عصبية في نسيج معظم الأعضاء الداخلية وفي الجلد (في البشرة وأعلى الأدمة العليا). إنها المستقبلات (*) التي ترسل النبضات عندما تتزايد المحفزات الخارجية (كالضغط والحرارة واللمس)، الأمر الذي يسبب الإحساس بالألم.

• شبكات الشعرة hair plexuses أو

صفائر جذر الشعرة root hair plexuses
مجموعات خاصة من أطراف الياف عصبية. كل يشكل شبكة حول جُزيب الشعرة ويكون بمثابة مستقبل (*)، أي أنها ترسل النبضات إلى الدماغ، وفي هذه الحالة تتحرك الشعرة.

• غدد التعرق (أو العرق) sweat

glands. غدد خارجية الإفراز (*) ملتقة مفرزة للعرق. لكل منها انبوب ضيق (قناة التعرق sweat duct) يتجه نحو السطح. والعرق يتكون من ماء وأملاح وبولة (*) urea، تدخل الغدة عبر الخلايا والشعيرات الدموية (*).

• جسيمات باتشيني pacinian corpuscles. أجسام

خاصة تتكون حول نهايات ليف حسي أحادي، وتقع في الطبقات السفلى من الجلد وفي جدران الأعضاء الداخلية. وهي مستقبلات (*) الضغط، أي أنها ترسل نبضات إلى الدماغ عندما يتلقى النسيج ضغطاً شديداً لا لمسه خفيفة فحسب.



جلد فاتح (الميلانين) هنا موجود في طبقات (البشرة السفلى)

• الميلانين melanin

خضاب (*)

بني يحجب الضوء فوق البنفسجي بامتصاصه الطاقة الضوئية. يوجد في كل طبقات البشرة عند سكان المناطق المدارية، فيمنحهم لون الجلد القاتم. أما البشر

ذو الجلد فاتح اللون فيوجد الميلانين عندهم في طبقات البشرة السفلى. لكنهم ينتجون المزيد منه عندما يتعرضون لضوء الشمس المباشر فتسمُر بشرتهم.

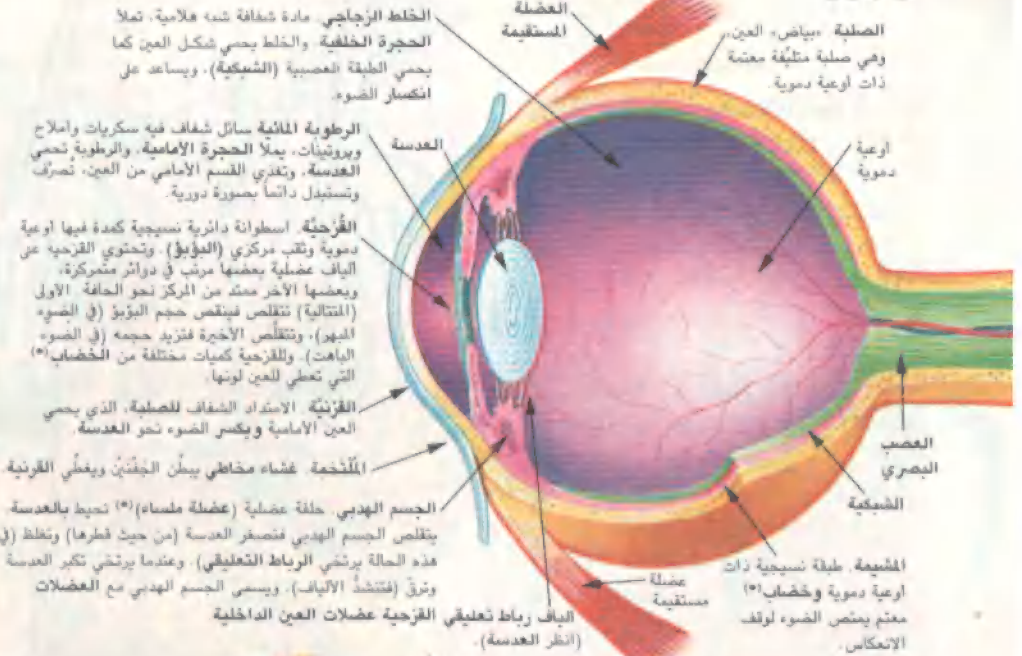
خضاب (*) الكاروتين مع الميلانين (*) ينتج لون الجلد الأصفر.



(*) البولة 73، الخضاب 27، الشعيرات الدموية 61

العينان

العينان eyes عضوا حاسة البصر **sight**، اللذان يطلقان النبضات العصبية إلى الدماغ عندما يترهما الضوء المنبعث من الأجسام الخارجية. ويعمد الدماغ إلى ترجمة النبضات لإنتاج الصور. تتكون كل عين من كبسولة كروية مفرغة من الداخل (كرة العين **eyeball**) فيها العديد من الطبقات والبنى. وتقع العينان في الجوفين المحجريين (الحجاجين **orbits**) تحميهما الجفون والرموش.



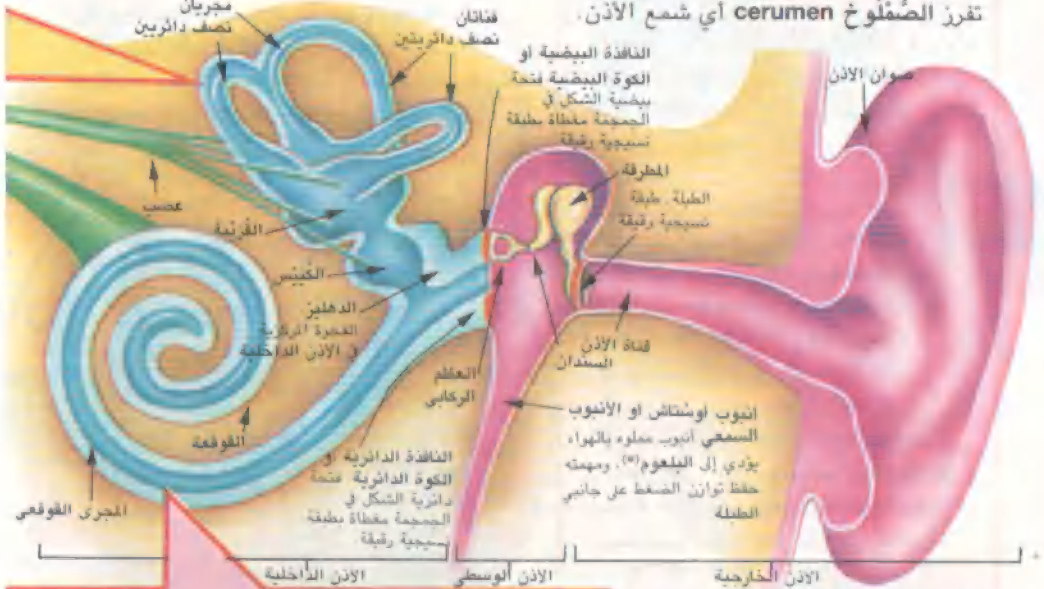
● **العدسة lens**، جسم شفاف يقوم دوره، كدور أي عدسة، في تبدير أشعة الضوء التي تخترقه، أي في جعلها تنكسر **refract** بحيث تتجمع في نقطة واحدة على الشبكية في هذه الحالة. وتتألف العدسة من كثير من الطبقات النسيجية الرقيقة، التي تثبت في مكانها بواسطة الياف الرباط(*) **ligament** المسمى الرباط التعليقي **suspensory ligament**. وهذه الألياف تصلها بالجسم الهدبي **ciliary body** الذي يمكنه أن يغير شكل العدسة بحيث يمكنها دائماً تبدير الضوء على الشبكية مهما كان بعد الهدف المنظور. وهذا ما يسمى **التكيف** **accommodation** وتكون الأشعة صورة مقلوبة على الشبكية، إلا أن الدماغ سرعان ما يصحح وضعها.

الأذنان

الأذنان ears عضوا السمع والتوازن. وتنقسم كل أذن إلى ثلاث مناطق هي: الأذن الخارجية، والأذن الوسطى، والأذن الداخلية.

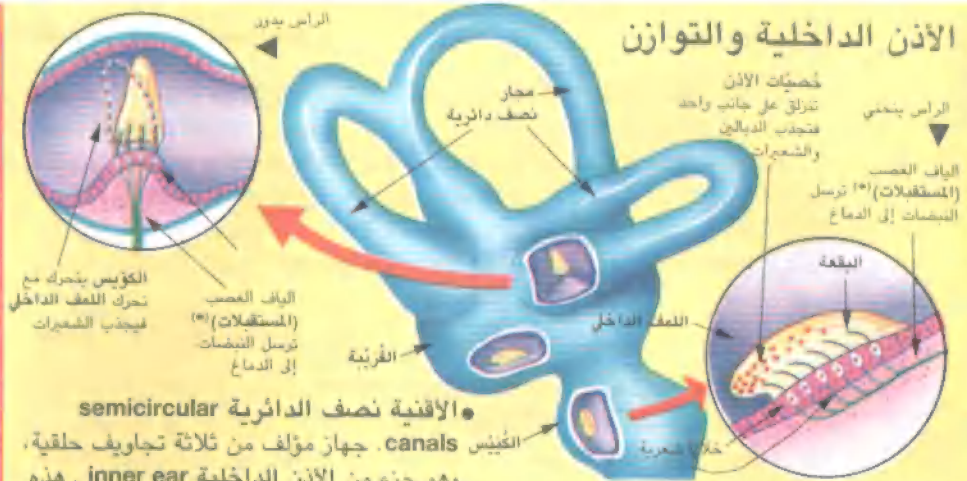
● الأذن الوسطى middle ear أو التجويف الطبلي tympanic cavity. تجويف مملوء بالهواء يحتوي على سلسلة من ثلاث عظام دقيقة هي: المطرقة malleus والسندان incus والعظم الركابي stirrup.

● الأذن الخارجية outer ear، جسم جلدي وغضروفي (*) cartilage (يسمى الصوان pinna أو auricle) مع قناة قصيرة هي قناة الأذن ear canal أو (القناة السمعية الخارجية). تحتوي بطانتها على غدد دهنية (*) sebaceous glands تفرز الصُّفْلُوخ cerumen أي شمع الأذن.



● الأذن الداخلية inner ear. سلسلة من التجاويف في الجمجمة بداخلها أنابيب وأكياس. وتسمى التجاويف (القوقعة والداهليز vestibule والقناتين نصف الدائريتين) التيه العظمي bony labyrinth، وهي مملوءة بمائع واحد هو اللف المحيطي perilymph. أما الأنابيب والأكياس فمملوءة بمائع آخر هو اللف الداخلي endolymph، وتسمى التيه الغشائي mem-branous labyrinth. وهي المجرى القوقعي والكينيس والقروية والمجريان نصف الدائريين.

الأذن الداخلية والتوازن



• الأذن الداخلية semicircular

canals. جهاز مؤلف من ثلاثة تجاويف حلقة،

وهو جزء من الأذن الداخلية inner ear. هذه

الأذن تقع على مستويات الحركة الثلاثة

المختلفة فتؤلف زوايا متعامدة بعضها على بعض.

• المجاري نصف الدائرية semicircular

ducts. ثلاثة أنابيب حلقة داخل الأذن

نصف الدائرية. ويحتوي كل مجرى على لف

داخلي (أنظر الأذن الداخلية) وأجسام حسية

متخصصة هي الكؤيسات cupulae التي

تعمل بطريقة مشابهة تماماً لطريقة عمل البقع

maculae (أنظر الكؤيس). وكل كؤيس يحتوي

على كتلة شبه هلامية (دون حصيات) وخلايا

شعرية. وتقوم المجاري بإرسال المعلومات عن

حركة الرأس الدائرية والانحناء إلى الدماغ.

• الكؤيس saccule أو utricle، كيسان يقعان بين

المجري نصف الدائرية والمجري القوقعي.

ويحتويان على اللفف الداخلي (أنظر الأذن

الداخلية)، وخلايا شعرية خاصة في بطانتها.

ولهذه الخلايا الياف عصبية (أطراف

الغصينات dendrons) متصلة بها وشعر

مغروز في كتلة شبه هلامية تسمى البقعة

macula، التي تحتوي على حبيبات من

كربونات الكلسيوم (الخصيات otoliths).

وترسل البقع إلى الدماغ معلومات عن الحركة

إلى الأمام وإلى الوراء وإلى جنب فضلاً عن

انحناء الرأس.

(أ) الموجات الصوتية (الاهتزازات الهوائية)

تدخل فتاة الأذن فتسبب اهتزاز الطبلة

(ب) تلتقط عظيمات الأذن الاهتزازات

وتنقلها إلى النافذة البيضية (هذا الفعل

العتي يضخم الاهتزازات حوالي عشرين

مرة).

(ج) تسبب اهتزازات الطاقة البيضية

موجات في اللفف المحيطي للدهليز

(د) وشيخ موجات اللفف المحيطي

للسلم الدهليزي بدورها موجات في

اللفف الداخلي للمجري القوقعي

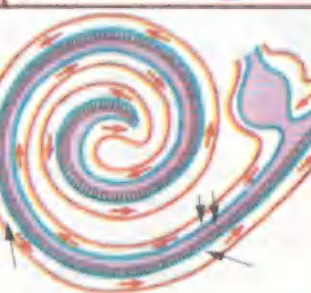
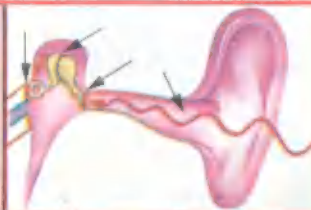
(و) ثم تتلاشى الموجات بالتدرج

(هـ) تتحرك الشعيرات فتسبب نبضات

سادرة عن الياف العصب

(المستقبلات) (*) موجة إلى الدماغ

(فيترجمها سمعاً).



• المجري القوقعي cochlear

duct. أنبوب لولبي الشكل في

داخل القوقعة متصل

بالكؤيس، ويحتوي على اللفف

الداخلي (أنظر الأذن الداخلية)

وعلى جسم طويل يدعى عضو

كورتى organ of Corti. هذا

العضو يحتوي على خلايا

شعرية متخصصة تنغمس

شعيراتها في اللفف الداخلي

وتلامس طبقة النسيج المسماة

الغشاء السقفي tectorial

membrane. أما قواعد

الخلايا فتربط بالالياف

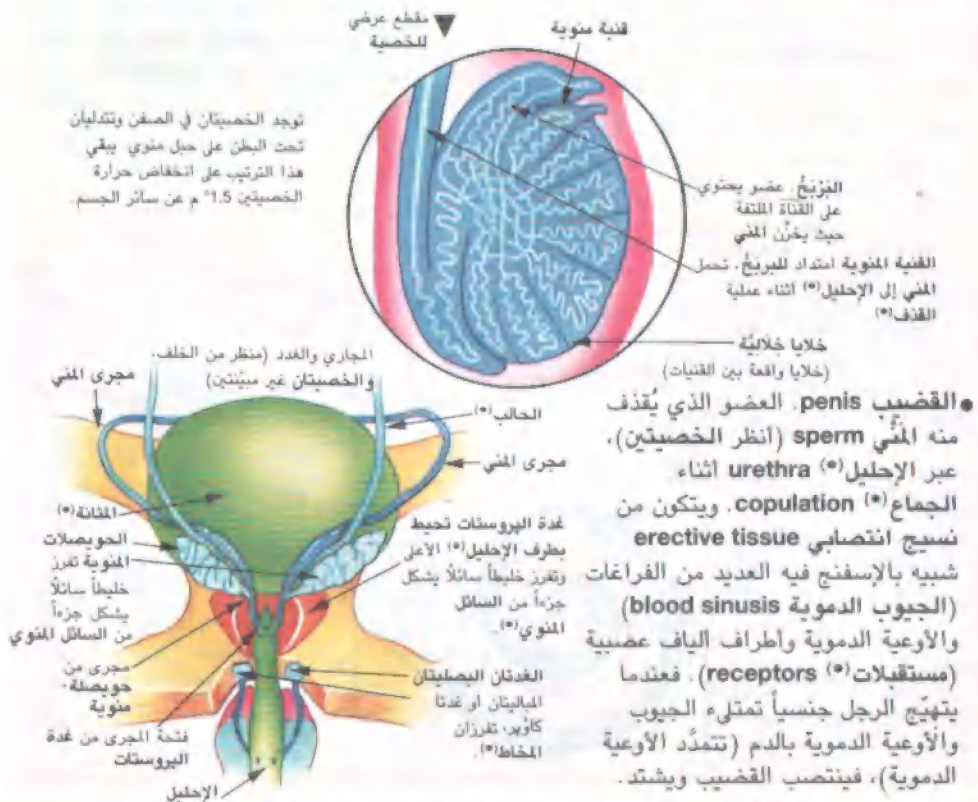
العصبية (أطراف الغصينات) (*)

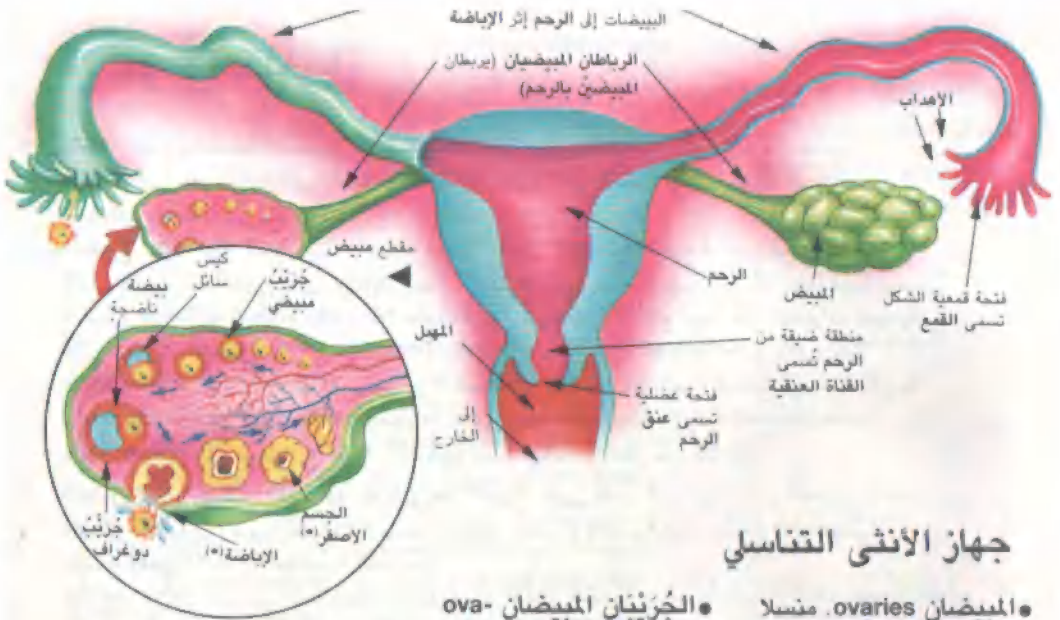
جهاز التناسل

التناسل أو التكاثر reproduction هو إنتاج حياة جديدة. ويتكاثر البشر بالتناسل الجنسي^(*) sexual reproduction (انظر ص 90-91)، أما أعضاء التناسل المعنية (التي تؤلف الجهاز التناسلي reproductive system) فتسمى الأعضاء الجنسية genital organs أو genitalia، وهي: الأعضاء التناسلية الأولية أو المُناسِل gonads (المبيضان عند المرأة والخصيتان عند الرجل)، وعدد من الأعضاء الإضافية. وتعمل الخلايا الموجودة في مناسل المرأة والرجل بمثابة غدد صماء^(*) (داخلية الإفراز) endocrine glands فتفرز هرمونات^(*) hormones ذات أهمية فائقة.

جهاز الذكر التناسلي

● **الخصيتان testes**. منسلا gonads الذكر (أنظر المداخل). يحتويان على قناتين شبيهتين بأنبوبين تسميان القنيتين المنويتين seminiferous tubules. وتتكون فيهما العرائس (*) gametes الذكرية (أي الخلايا الجنسية) المسماة المني sperm. وذلك إثر البلوغ (*) puberty. ولعرفة المزيد عن كيفية تكوّن المني أنظر ص 94-95. وتوجد الخصيتان في كيس يسمى الصفن scrotum. يتدلى تحت البطن (يجب أن تكون الحرارة التي ينتج عنها المني أقل بقليل من حرارة الجسم). والخصيتان تنتجان أيضاً هرمونات (*) (الأندروجن androgens - أنظر ص 106-107).





جهاز الأنثى التناسلي

• المبيضان ovaries. منسلا

gonads (أنظر

المدخل) الموجودان في القسم

السفلي من البطن (تحت

الكليتين) معلقين بآربطة (*)

ligaments (تصلانها

بجدران الحوض، وتسمى

العرايس) (*) الأنثوية (أي

الخلايا الجنسية) البويضات

ova، وتنتج دورياً في

المبيضان (أي في الجريين

المبيضين) بعد البلوغ (*)

لمزيد من المعلومات حول

تكوّن البويضات أنظر ص

95-94

• الرحم uterus. العضو

المجوف الذي ينمو الجنين (*)

foetus بداخله، أو يشكل

مصرفاً للبويضات (أنظر

المبيضين، - وأنظر أيضاً

الدورة الشهرية menstrual

cycle، ص 90). والرحم

مبطّن بغشاء مخاطي (*)

(endometrium) يغطي

جداره العضلية المليئة

بالأوعية الدموية.

• الجُريّتان المبيضان -ova

rian follicles. مناطق

نسيجية تظهر دورياً في

المبيضين إثر البلوغ (*)

يحتوي كل جُريّب على

بُيضة ovum (أنظر

المبيضين). ويتضخم

الجريبان تدريجياً ويبدآن

بإفراز الهرمونات (*) (أنظر

الأوستروجين oestrogen،

ص 106). وتسفر كل دورة

إنتاج للجريّب المبيضي عن

جريب ناضج واحد فقط

(جريب دوغراف Graafian

follicle)

• المهبل vagina. القناة العضلية الممتدة من الرحم uterus إلى خارج الجسم. تنقل البضة

(أنظر المبيضين) وبطانة الرحم الداخلية أثناء الدورة الشهرية (*) وتستقبل القضيب أثناء

الجماع (*). كما تشكل قناة للولادة، وتفرز بطانته سائلاً مزلقاً.

• الفَرْج vulva. مجموع الأعضاء الجنسية الخارجية في جهاز الأنثى التناسلي، ويضم: البظر

clitoris والشفرين labia. وهذان الأخيران عبارة عن خليتين من الجلد (ينضوي أحدهما

ضمن الآخر) تحيطان بفتحتي المهبل والإحليل (*). أما البظر فهو أكثر الأجزاء حساسية،

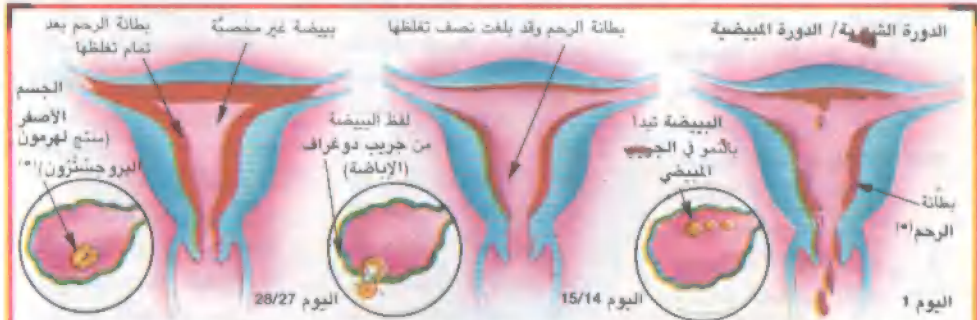
وهو كالقضيب مكوّن من نسيج انتصابي فيه كثير من المستقبلات (*).

النمو والتناسل

يتكاثر البشر بالتناسل الجنسي (*) sexual reproduction. ويجد القارئ على هاتين الصفحتين وصفاً للعمليات المعنية بهذا التكاثر فضلاً عن التطورات التمهيدية التي تسبق حدوثه.

● **البلوغ puberty.** السن الذي تصبح فيه الأعضاء التناسلية ناضجة، فيصبح الشخص قادراً على أن يتناسل (ذكوراً وإناثاً). تبلغ الفتاة في عمر يتراوح بين 11 و 15 عاماً فيما يبلغ الصبي في عمر يتراوح بين 13 و 15 عاماً تقريباً. ويتضمن البلوغ عدداً من التغيرات الجدية التي تحفزها الهرمونات (*) hormones (أنظر الأوستروجين oestrogen والأندروجين androgens، ص 106-107). وتسمى الخصائص المستجدة الناجمة صفات جنسية ثانوية secondary sex characters لتمييزها عن الصفات الجنسية الأولية primary sex characters (أي وجود الأعضاء الجنسية منذ الولادة - أنظر ص 88-89).

تشتمل التغيرات التي تطرأ على الذكور عند البلوغ ظهور شعر الوجه وتضخم الصوت واتساع الصدر والكتفين وبروز عضلات الجسم. ويظهر شعر الإبطين والعانة. وتبدأ الخصيتان (*) بإنتاج المنى (الخلايا الجنسية الذكرية). أما عند الإناث فتشتمل التغيرات نمو الثديين أو الغدد الثديية واتساع الوركين. كما يظهر شعر الإبطين والعانة. ويبدأ المبيضان (*) بإنتاج البويضات (الخلايا الجنسية الأنثوية)، كما تبدأ الإباضة والدورات الشهرية.



● الدورة الشهرية -men- strual cycle

سلسلة من

التغيرات التحضيرية في

بطانة الرحم (*)

endometrium. في حالة

الإخصاب fertilization.

تنمو في البطانة تدريجياً طبقة

داخلية جديدة غنية بالأوعية

الدموية. فإذا لم تظهر

بُيضة مخصبة، ما تلبث

هذه الطبقة أن تتحلل لتغادر

الجسم عبر المهبل (*) (الحيض).

تتبعه الإباضة ovulation

(أي إطلاق البويضة إلى

أنبوب فالوب fallopian

tube. وتحلل الجسم الأصفر

corpus luteum. يتكون

هذا الجسم عند انفجار

جريب دوغراف (*) Graafian

follicle (لا يتحلل إذا لقحت

البويضة). وكلا الدورتين

الشهرية والمبيضية

تضبطهما الهرمونات (*)

(أنظر ص 106 و 107).

وتدوم كل دورة شهرية حوالي

28 يوماً، وتستمر بالحدوث من

سن البلوغ حتى سن اليأس

menopause (عادة بين 45

و 50 عاماً)، أي عندما ينقطع

إنتاج البويضات. وتترافق

أحداث الدورة الشهرية مع

الدورة المبيضية ovarian

cycle، أي نضوج

البويضات في الجريب

المبيضي (*) ovarian follicle

بصورة منتظمة، الأمر الذي

● الجماع copulation أو coitus أو sexual intercourse. إيلاج القضيب (*) في المهبل (*) مصحوباً بحركات إيقاعية لحوضي المتجامعين (الذكر والأنثى). ينتهي الجماع عند الرجل بالقذف ejaculation، أي خروج المنى semen من الإحليل إلى المهبل. ويتألف المنى من الحيوينات المنوية sperm (خلايا الذكر الجنسية) السابحة في مزيج مائع (السائل المنوي seminal fluid).

أو اللاقحة zygote. وترحل الخلية الجديدة إلى الرحم (*) لتتقسم وتتمايز (الانفلاق) (*) cleavage. أما الكرة الخلوية (كرة الخلايا) الناجمة عن الانقسامات الخلوية فتصبح جزءاً من جدار الرحم (الانزراع implantation)، وعندئذٍ يمكن تسميتها الجنين (*) embryo.

● الإخصاب أو التلقيح fertilization. العملية التي تحدث إثر القذف إذا قُدرَ للمني أن يلتقي الببيضة في أنبوب فالوب (*) fallopian tube. ذلك أن حييوناً واحداً يخترق الجلد الخارجية للببيضة (أو المنطقة الشفافة zona pellucida)، فتندمج نواته مع نواتها لتتكون أولى خلايا الجنين وهي الزيج (*)



الحمل

● الحمل pregnancy أو

gestation هو حمل

الجنين داخل الرحم (*)،

وتسمى المدة بين

الإخصاب والولادة

فترة parturition

الحمل gestation

period (تحو 9

أشهر عند الإنسان).

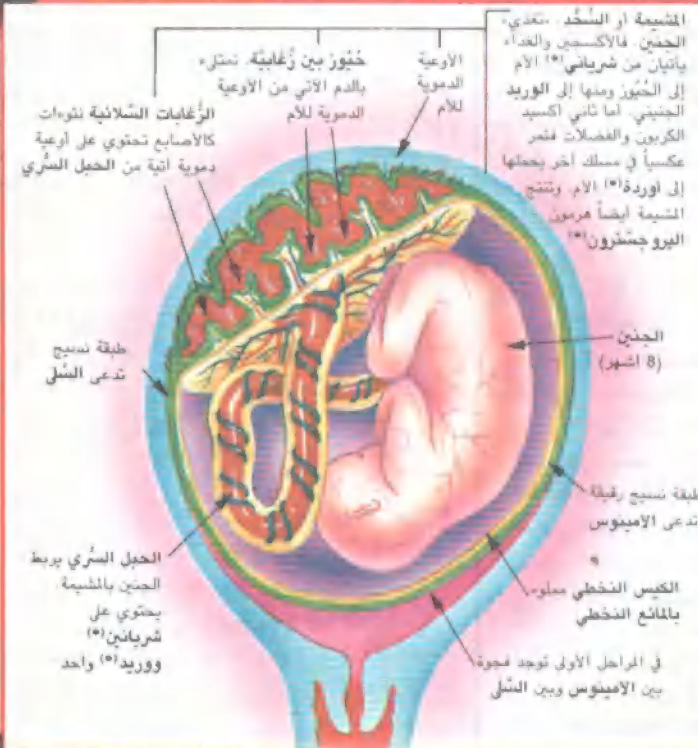
ويسمى الكائن الذي

ينمو داخل الرحم (*)

جنيناً (foetus) بعد

الشهر الثاني من

الحمل و embryo قبله).



أنماط التناسل

التناسل reproduction هو خلق حياة جديدة، وهو عملية يتميز بها كل كائن حي. والتناسل على نوعين أو نمطين رئيسيين هما: اللاجنسي asexual و الجنسي sexual، ولكن ثمة حالة خاصة يطلق عليها اسم تناوب الأجيال alternation of generations.

التناسل اللاجنسي

التناسل اللاجنسي asexual reproduction

هو أبسط أشكال التناسل.

يحدث في العديد من النباتات والحيوانات البسيطة. وهناك عدة أنماط مختلفة منه

كالانقسام الثنائي (*) binary fission

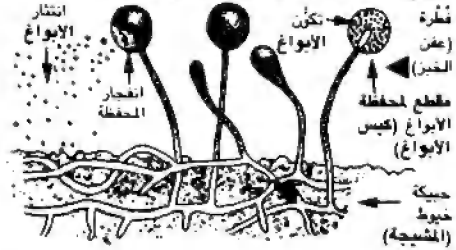
والتناسل الخضري (*) vegetative

والتبوغ sporulation والتبرعم budding.

وتتشارك جميعاً في خاصيتين رئيسيتين. أولاً،

الحاجة إلى والد واحد فقط، وثانياً، يكون

الوليد الجديد مطابقاً وراثياً لوالده.



التناسل الجنسي

التناسل الجنسي sexual reproduction

نوع من التكاثر الذي يوجد عند النباتات

المزهرة وعند معظم الحيوانات. وهو يتضمن

اندماج fusion عروسين gametes (خليتين

جنسيتين) إحداهما مذكرة والأخرى مؤنثة.

وهذه العملية تسمى التلقيح أو الإخصاب

fertilization، ويحدث القارىء وصفاً لها على

الصفحات 30 (النباتات المزهرة) و 91

(الإنسان والحيوانات المشابهة) و 48

(الحيوانات الأخرى). ولكل عروس من

العروسين نصف عدد الصبغيات (*)

chromosomes (يسمى العدد الصبغي

أحادي الصيغة (*) haploid number) التي

للنبات أو الحيوان المنتج لها. وهذا يتم بواسطة

نوع خاص من الانقسام الخلوي (انظر ص

94-95). وعندما يحدث التلقيح فإن الكائن

الناتج سيحتوي بالتأكيد على العدد الصبغي

نفسه الموجود عند كلا الوالدين، ويسمى العدد

ثنائي الصيغة (*) diploid number.

التبوغ sporulation عملية تنتج خلالها

الأبواغ spores عند النباتات البسيطة كالفطر

والحزاز. وإثر انتشار الأبواغ بواسطة الهواء

والماء تنمو نباتات جديدة. وهناك نوعان من

الأبواغ، ومع أن والداً واحداً يُحتاج إليه في

كلتا الحالتين، فالتناسل اللاجنسي الحقيقي

يحدث فعلاً في نوع واحد منهما فقط. وهذا

النوع من الأبواغ ينتج في نباتات كالفطر

البسيط عن طريق الانقسام الخلوي العادي

(انظر ص 12-13)، فتتطور منه نباتات مطابقة

لوالد (وهذه ميزة مهمة تميز التناسل

اللاجنسي). أما النوع الثاني من الأبواغ فإنه

ينشأ نتيجة لانقسام خلوي خاص (كما عند

الحزاز والسرخس - انظر ص 94-95) ويميز

التناسل الجنسي. أما الذرية في هذه الحالة فلا

تطابق الوالد تماماً (انظر تناوب الأجيال).

• تناوب الأجيال alternation of generation

عملية تناسلية موجودة لدى

العديد من الحيوانات والنباتات البسيطة كقنديل البحر والحزاز. عند الحيوان يتعاقب شكل ناتج من التناسل الجنسي مع شكل ناتج من التناسل اللاجنسي أما عند النباتات فالتناوب يحدث بين طورين من التكاثر الجنسي فجسم النبات (أي النبات العروسي gametophyte) ينتج جسماً نباتياً آخر هو

النبات البوغي sporophyte، وذلك

بواسطة التناسل الجنسي. وهذا الأخير

ينتج بدوره الأبواغ spores (أنظر

القُبُوع) التي تنمو فتصبح نباتات

عروسية جديدة. غير أن الأبواغ تتشكل

بالطريقة نفسها التي تتشكل

بها العراش (أنظر ص 94-95)، وهي خاص فتنج أبواغ ذات أعداد صغيفة

أحادية الصيغة

النبات البوغي عبارة عن

سويق ومحفلة ينمو على النبات العروسي، وهو ذو عدد صغيفي (*)

ثنائي الصيغة

لتخصيف الصبغيات مرة ثانية.



• الأعراس gametes أو germ cells

الخلايا الجنسية التي تتلاقح

في ما بينها في التناسل الجنسي.

مكونة كائناً حياً جديداً. وتنتج

الأعراس بنتيجة نوع خاص من

الانقسام الخلوي (أنظر ص

94-95). وعند الحيوانات والنباتات

البسيطة تسمى الأعراس الذكرية

المني sperm، اختصاراً لكلمة

spermatozoa عند الحيوانات

و spermatozooids عند النباتات

البسيطة، أما عند النباتات المزهرة

فليس هناك سوى نوى (*) nuclei

(لا خلايا) وتعرف باسم النوى

الذكورية male nuclei (أنظر ص

30 و 95). أما العراش الأنثوية

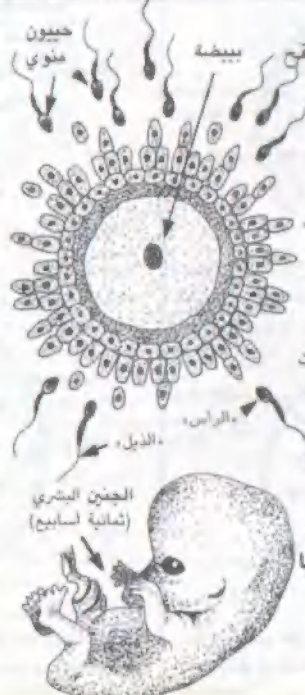
فتسمى البويضات ova أو الخلايا

البيضية egg cells (وهو اسم

يستخدم في حالة النباتات). والمني

أصفر من الببيضة وله «ذيل» هو

السوط (*) flagellum.



• اللاقحة zygote. الخلية

الأولى في الكائن الحي الجديد،

تتكون من تلاقح خليتين

جنسيتين، أي عروسيين، ذكرية

وأنثوية (أنظر التناسل الجنسي).

• الجنين embryo. الكائن

الحي في أولى مراحل تطوره

ونموه. والجنين ينمو من خلية

واحدة هي اللاقحة، بطريقة

الانقسام الخلوي المتسلسل

والملاحق (أنظر ص 13-12)

الذي يسمى الانفلاق. يتكون

من ذلك عند الإنسان كرة

خلوية تعرف باسم التوتية

morula، تكبر فتسمى المغيدة

blastocyst، وبعد الانزراع (*)

تعرف باسم الجنين، ومع نمو

الجنين تتمايز differentiate

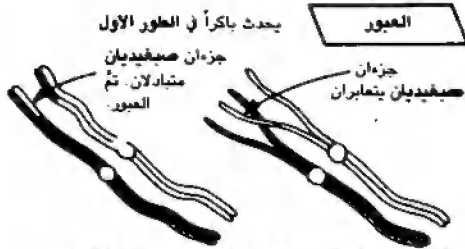
الخلايا أي يتطور كل منها إلى

نوع متخصص كالخلايا

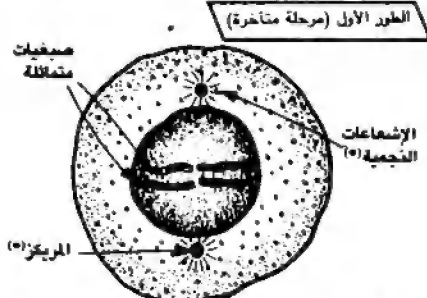
العصبية.

الانقسام الخلوي من أجل التناسل

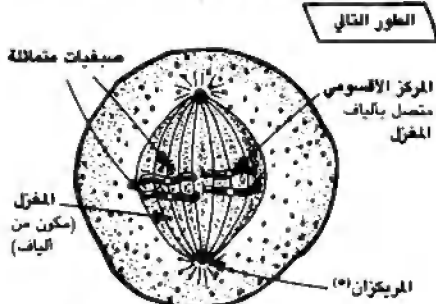
يمكن للعديد من خلايا الكائن الحي أن ينقسم منتجاً بذلك خلايا جديدة من أجل النمو والتعويض (انظر ص 12-13). ومع ذلك يوجد نوع آخر من أنواع الانقسام الخلوي، الذي يحدث خصيصاً لإنتاج الأعراس (*) gametes (الخلايا الجنسية) التي تشترك في التناسل الجنسي (*) sexual reproduction (وكذلك أحد نوعي الأبواغ (*) spore). ويسمى انقسام النواة (*) nucleus في هذا النوع من الانقسام الخلوي الانقسام المنصف. ويسمى إنتاج الأعراس، بما في ذلك الانقسام الخلوي والنضوج التالي للأعراس، تكوّن الأعراس gametogenesis.



تتمايز صبيغيات كل رباعية بعضها مع بعض عند مناطق تدعى القساعات chiasmata. ينفصل جزءان من صبيغيتين عن أحدهما ويتبادلان مكانهما. وهذا يؤدي إلى تخالط المورثات (*). ممّا يجعل الولائد تختلف عن والديها ويتيح المجال للتنوع على الدوام.



صبيغيتان متماثلتان (وكل صبيغية تتكون من زوج صبيغيتين) تتحركان معاً إلى خط استواء الخلية.

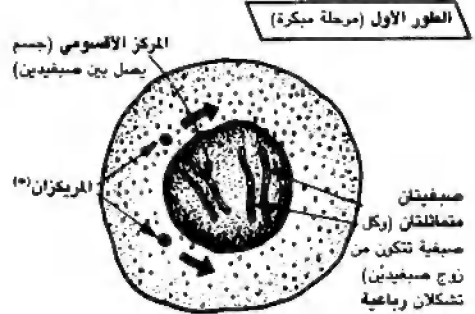


يختفي الغشاء النووي (*) ويشكل المريكزان (*) مغزلاً (انظر الطور التالي في الانقسام الخلوي الخيطي، ص 13). ثم تلتصق الصبيغيات (*) (أي أزواج الصبيغيات) أن تتصل بالمغزل بواسطة مراكز الأقسام.

● الانقسام المنصف meiosis. إنقسام النواة (*) عندما تنقسم الخلية لإنتاج الخلايا الجنسية (انظر المدخل). ويمكن تصنيفه إلى الانقسام المنصف الأول first meiotic division (أو الانقسام الاختزالي reduction division)، والانقسام المنصف الثاني، ويلى كل منهما انقسام السيتوبلازما (*) cytoplasm. كما يمكن تصنيف كل انقسام إلى أطوار مختلفة (كما هو الأمر في الانقسام الخيطي (*) mitosis. يضمن الانقسام المنصف عموميّ والانقسام المنصف الأول خصوصاً، أن كل نواة وليدة daughter nucleus تحظى بنصف عدد الصبيغيات (*) الموجودة في النواة الأم. والعدد الأصلي هو العدد الصبغي ثنائي الصيغة (انظر الانقسام الخيطي ص 12) أما الكمية المنصّفة فهي العدد الصبغي أحادي الصيغة.

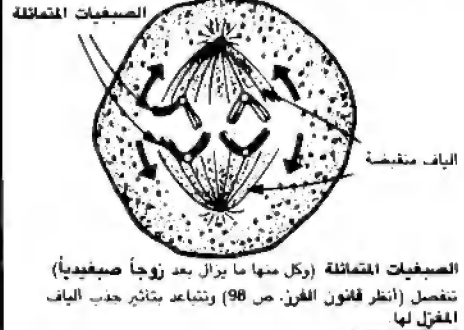
الانقسام المنصف الأول

هذه الرسوم تبيّن انقسام خلية حيوانية مع أربع صبيغيات (*) فقط.

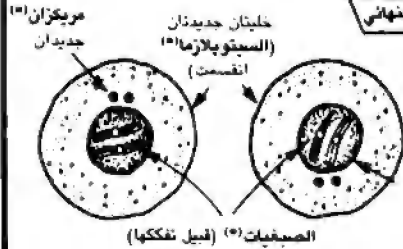


خيوط الصّغين (*) في النواة (*) تلف لتكوّن الصبيغيات (*) وتمتص الصبيغيات (المتماثلة) جنباً إلى جنب مشكلة أزواجاً تُسمى ثنائيات التكافؤ. وتنسج كل صبيغية نفسها فتصبح زوجاً صبيغيدياً (فتسمى الآن كل مجموعة من أربعة صبيغيات رباعية). ثم يتحرك المريكزان (*) كل نحو أحد قطبي الخلية.

(*) الأبواغ 92 - الإشعاعات النجمية 13 - السيتوبلازما 10 - الصبيغين 10 - الصبيغيات 96 - الغشاء النووي 10 - المريكزان 12.



الطور النهائي



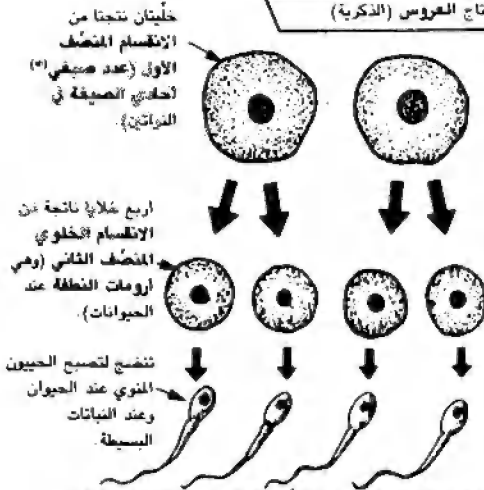
يجتفي المغزل ويتناقص المريكزان^(٥) يحدث ذلك مع انقسام السيوتوبلازما^(٥) تنشأ خليتان جديدتان تحتوي كل منهما على نصف الحمض الصبغي (وكل صبغية فيها صبيغيدان). يتبع ذلك الطور القبضي^(٥) حيث ينشأ الغشاء النووي^(٥) وتتفكك الصبغيات مجدداً فتشكل خيوطاً (الصبغين)^(٥).

الانقسام المنصف الثاني

الانقسام المنصف الثاني second meiotic division

division. الانقسام الذي يحدث في الخلايا التي نجت عن الانقسام المنصف الأول. وهو يحدث بالطريقة نفسها ويشمل الأطوار نفسها المعروفة في الانقسام الخيطي^(٥) (عندما تنقسم النواة^(٥) بوصفها جزءاً من عملية انقسام الخلية من أجل النمو والتعويض)، ويتبعه انقسام السيوتوبلازما^(٥). والفرق الوحيد هنا بين الانقسامين في أن كل نواة منقسمة تحتوي على عدد صبغي^(٥) أحادي الصيغة (أنظر الانقسام المنصف)، بحيث تكون الخلايا الجنسية الناجمة (الأعراس^(٥)) أحادية الصيغة. والانقسام الثاني يختلف استناداً إلى نوع الأعراس الناجمة، فهي أعراس ذكورية أم أنثوية. ويختلف كذلك النضوج النهائي للأعراس بعد الانقسام الثاني في الحيوانات عنه في النباتات (انظر النص إلى اليمين).

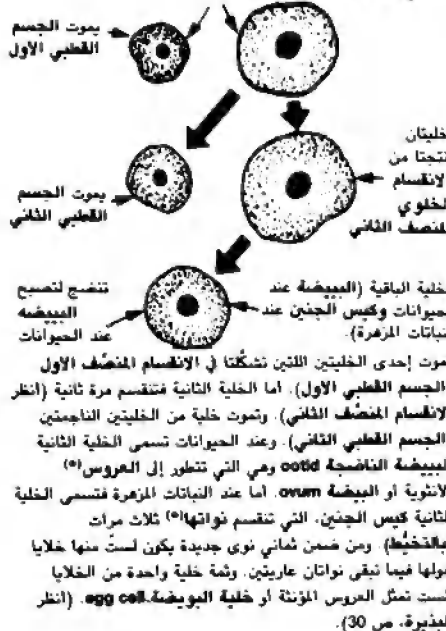
إنتاج العروس (الذكورة)



تنشأ خليتان من الانقسام المنصف الأول ما تلبث أن تنقسم ثانية (انظر الانقسام الثاني). عند الحيوانات تسمى الخلايا الأربع الناجمة أرومات النطفة spermatids التي تنضج لتصبح أعراساً ذكورية (خلايا جنسية) أو منياً. أما عند النباتات البسيطة فهذه الخلايا الأربع تنضج لتصبح إما منياً أو نوعاً من الأيوام^(٥) التي تشترك في قتلوب الإيجال^(٥). وفي النباتات المزهرة تنقسم نوى الخلايا الأربع مرة ثانية (التخيط)^(٥) ويكون لكل الخلايا الناشئة نواتان (تنقسم إحداهما لاحقاً فنتجت نواتين^(٥) ذكورتين).

إنتاج العروس (الأنثوية)

خليتان نتجتا من الانقسام الخلوي المنصف الأول (عدد صبغي (٥) أحادي الصيغة في النواتين)



(٥) الأعراس 10: الانقسام التخيطي 12: الأنوية الذكورية ٩3: قتلوب الإيجال ٩3: الصبغيات ٩8: الطور البيني 13.

علم الوراثة

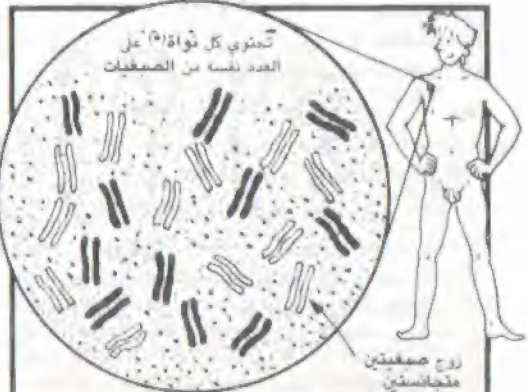
علم الوراثة **genetics** هو احد فروع علم الحياة (البيولوجيا). هو علم يُعنى بدراسة توارث الصفات، أي انتقالها من جيل إلى جيل. وتسمى الجسيمات الفاعلة في هذه العملية **الصبغيات**. وكل صبغية تتكون من **مورثات genes** - أي تعليمات «مُكوّنة» تحدّد مكونات العضوية (الكائن) ومظهرها. وليزيد من المعلومات عن المورثات، انظر ص 98.

● الحموض النووية nucleic acids. هناك

حمضان مختلفان هما: الحمض الريبى النووي منقوص الأكسجين (DNA)، والحمض الريبى النووي، (RNA). وكلا الحمضين موجود في النواة (*) (ويوجد RNA أيضاً في السيتوبلازما*) - انظر الجسيمات الريبية ص 11). ويتكون كل جزيء حمض نووي من وحدات تسمى **النوידات nucleotides**. كما يتكون جزيء DNA من سلسلتي نويدات تلتف إحداها حول الأخرى لتشكل **لولياً مزدوجاً double helix** يشبه سلماً ملتوياً. أما جزيء RNA فمكوّن من سلسلة نويدات واحدة، ويشبه سلماً منصفاً طوياً.

بنية الحمض النووي

DNA



● الصبغيات chromosomes. بنيت

موجودة في كوى (*) الخلايا جميعها، مع أنها لا ترى متصلة (وكانها خيوط دقيقة مختلفة الأشكال والأحجام) إلا عند انقسام الخلية (وتكونها بصبغة). وكل صبغية مكونة من جزيء DNA (انظر الحموض النووية nuc- leic acids) وبروتينات تدعى **الهستونات histones**. ويتكون جزيء DNA من سلسلة المورثات الكثيرة المتصلة. ولكل نوع (*) **species** من الكائنات الحية عدد محدد من الصبغيات في كل خلية. يسمى العدد ثنائي الصبغة **diploid number** (لدى الإنسان 46 صبغية)، وتنظم الصبغيات في أزواج تسمى **الصبغيات المتجانسة homologous chromosomes**.

N = قاعدة ازوتية (وهي عبارة عن ذرات الكربون وهيدروجين وأكسجين مترابطة في ما بينها) وهي خمسة أنواع:
A = أدينين، T = ثيمين (وهما يتزاوجان دائماً في الدنا)
G = غوانين، C = سيتوزين (وهما يتزاوجان دائماً في الدنا)
U = يوراسيل (وهو موجود في الرنا فقط، إذ يحل محل T الموجود في الدنا)
S = سكر (وهو عبارة عن ذرات كربون وهيدروجين وأكسجين مترابطة) وهو سكر الريبوز منقوص الأكسجين في الدنا والريبوز في الرنا
P = مجموعة فوسفاتية

(●) السيتوبلازما، النواة 10: المجموعة الفوسفاتية 106: النوع 110.

● المورثات genes مجموعات

من التعليمات «المكودة» (أي المرزة) التي تكون جزيء DNA في الصبغية (يحتوي كل جزيء DNA عند الإنسان حوالي 1000 مورثة). وكل مورثة هي عبارة

عن سلسلة متصلة من حوالي 250 «درجة» على «سلم» DNA. وبما أن ترتيب

الدرجات متنوع فإن لكل مورثة «كوداً» مختلفاً يتعلق بصفة (*) trait خاصة من

صفات الفرد (مثلاً زمرة الدم (*) blood group أو

تركيب هرمون (*) hormone ما. وباستثناء الصبغيات

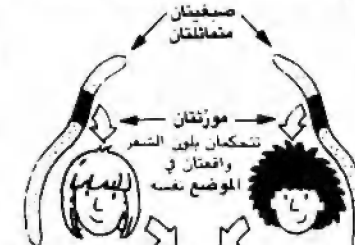
الجنسية، فإن المورثات موجودة بصورة مزدوجة في الصبغيات المتجانسة

homologous

chromosomes (انظر

الصبغيات

chromosomes) وبالترتيب



شخص متباين الزيج في صفة لون الشعر، أي أن تعليمات التحكم بالصفة تحكمها مورثتان مختلفتان



DD شخص متجانس الزيج في صفة لون الشعر، أي تتماثل تعليمات كلا المورثتين

نفسه (عضو واحد من كل زوج في كل صبغية). وهذه المورثات المزدوجة تتحكم في الصفة نفسها ويمكن أن تصدر تعليمات متطابقة. ومع ذلك يمكن أيضاً لتعليماتها أن تكون مختلفة، بحيث تطفئ تعليمات إحدى مورثتي الزوج (المورثة السائدة dominant) على تعليمات المورثة الثانية و «تجلبها» (المورثة الثانية تكون متنحية recessive)، إلا إذا تبين وجود حالة سيادة غير كاملة أو السيادة

المتعادلة. مثل هاتين المورثتين غير المتطابقتين تسميان المضادات alleles أو allelomorphs.

بحرير اللان شطين ورائدين مختلفين لصفة لون الشعر، أي أن تعليمات التحكم مختلفة (DD و Dd). ولكنهما يعطيان باللفظ الظاهري نفسه، وبالتالي فهما الصفة الناتجة نفسها (لون شعر قاتم)

● السيادة غير الكاملة incomplete dominance

dominance أو الاختلاط blending وضع ينشأ من أن زوج المورثتين الذي يتحكم بالصفة نفسها، يعطي تعليمات مختلفة لا يكون أحدها سائداً (انظر المورثات) أو واضح السيادة، مثلاً، إن نقص السيادة بين مورثة اللون الأحمر وبين مورثة اللون الأبيض ينتج لونا وسطاً هو اللون البني عند بعض البقر.



● السيادة المتعادلة codominance وضع

خاص ينشأ عندما تصدر تعليمات مختلفة عن زوج مورثات genes يفترض أن يتحكم بالصفة نفسها، فلا تكون هناك سيادة (انظر المورثات) لأي من المورثتين بل ثمة أثر لكليهما وعلى سبيل المثال فإن زمرة الدم (*) AB ناشئة من تعادل السيادة بين مورثة الزمرة A ومورثة الزمرة B.

● الصبغيات الجنسية sex chromosomes

زوج من صبغيتين متجانستين (انظر الصبغيات) موجود في كل الخلايا (وتسمى كل الصبغيات الأخرى الصبغيات الذاتية autosomes). وثمة نوعان من الصبغيات الجنسية هما X و Y. فللرجل واحدة X وأخرى Y. تحمل الصبغية Y العامل الوراثي (لا المورثة) الذي يحدد الذكورة، ومن ثم فإن كل الأشخاص الذين يحملون صبغيتي X هم إناث.

توارث المورثات

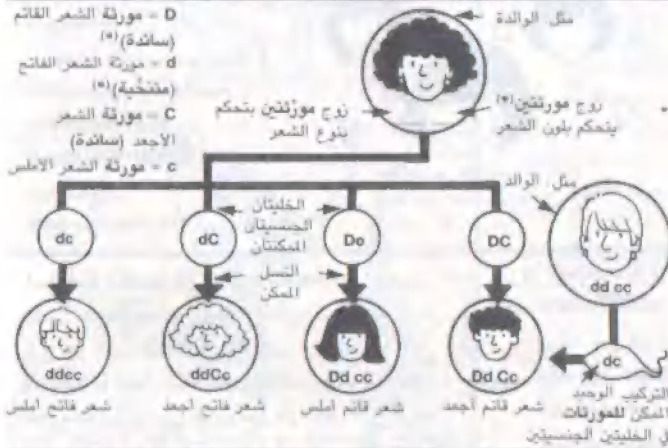
يرث كل كائن حي (أو عضوية) صبغياته (*) chromosomes (ومورثاته) genes من والديه وفي القناسل الجنسي (*) sexual reproduction يحتوي كل من المني (*) sperm والبَيضة (*) ovum، اللذين يجتمعان ليشكلا الكائن الحي الجديد، على نصف عدد الصبغيات الطبيعي (العدد الصبغي أحادي الصيغة haploid number، أنظر ص 94-95)، ويضمن ذلك أن الزيج (*) zygote (أي أول خلية في الكائن الجديد) ستحتوي على عدد صبغي كامل - كما عند الوالدين - (انظر الصبغيات chromosomes ص 96). ويحدد قانونان (قانونا مندل Mendel's laws) العوامل الوراثية التي تنطبق دائماً عندما تنقسم الخلايا لتنتج الخلايا الجنسية.

● قانون التفرُّق law of segregation (قانون مندل الأول). تنفصل الصبغيات المتجانسة (*) homologous chromosomes دائماً عندما تنقسم نواة (*) الخلية لتنتج الأعراس (*) (الخلايا الجنسية، أنظر ص 94-95)، الأمر الذي تقعله كذلك المورثات (*) المزدوجة التي تتحكم بالصفة نفسها. وهكذا تحور الذرية دائماً مورثات مزدوجة (يأتي كل عضو منها من أحد الوالدين).



● قانون الاستقلال المستقل

law of independent assortment (قانون مندل الثاني) إن كل مورثة (*) من مورثتي الزوج يستطيع الاتصال بإحدى مورثتي زوج آخر عندما تنقسم الخلية لإنتاج الأعراس (*) لذا تكون جميع الاختلاطات ممكنة عند الكائن الجديد.

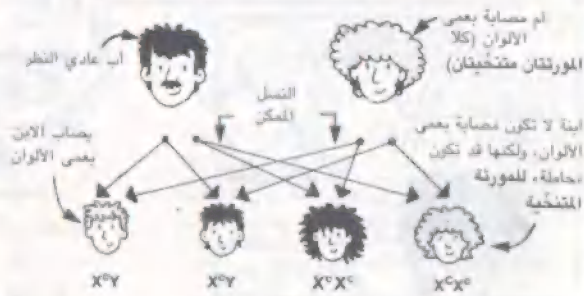


● الترابط الجنسي sex linkage

تحتوي الصبغيات (*) الجنسيتين X عند الأنثى على العديد من المورثات (*) المزدوجة (مثل كل الصبغيات) (*). في حين تفتقر معظم مورثات الصبغية (*) Y عند الذكر إلى مورثات شريكتها «X». لذا فإن أي مورثات متنحية في X ستظهر عند الذكور أكثر (انظر إلى اليمين). وهكذا فإن المورثات في الصبغية X تعبر مورثات مرتبطة بالجنس

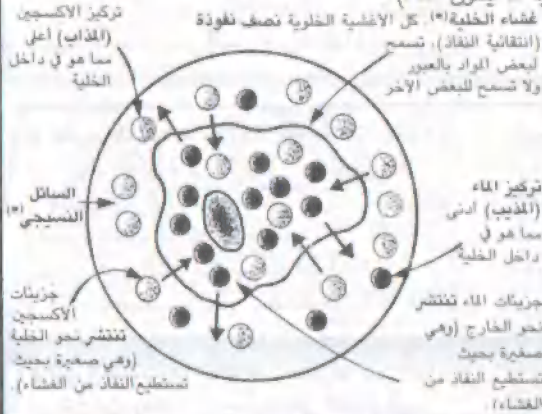
C = مورثة النظر العادي (سائدة) (*)
c = مورثة عسى الألوان (متنحية) (*)

مثل: إن المورثة (*) المتعلقة بالنظر موجودة في الصبغية (*) X



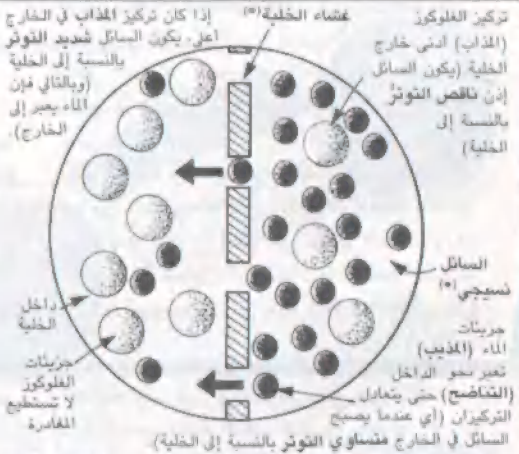
حركة الموائع (السوائل)

إن حركة المواد في أنحاء الجسم، وخصوصاً دخولها إلى الخلايا وخروجها منها، أمر ضروري جداً بالنسبة إلى حياة العضوية. إذ ينبغي للمادة الغذائية أن تكون قادرة على العبور إلى الخلايا، كما ينبغي لمواد الفضلات والمواد المؤذية الضارة أن تكون قادرة على الخروج. ومعظم المواد الصلبة والغازات تسلك أنحاء الجسم ذائبة في المحاليل **solutions**، أي أنها تمثل الذائب **solutes** الموجودة في السائل المذيب **solvent** (وغالباً ما يكون الماء).



● **الانتشار diffusion**. حركة جزيئات المادة من منطقة تشكل فيها تركيزاً عالياً إلى منطقة يكون فيها تركيزها منخفضاً. وهو عملية ذات وجهتين (حين يكون تركيز المذاب **solute** منخفضاً، يكون تركيز المذيب **solvent** عالياً، مما يسبب نزوح باتجاه التركيز المنخفض). ويتوقف الانتشار عندما يحدث توازن في التركيز. وهناك العديد من المواد - كالأكسجين وثنائي أكسيد الكربون - التي تنتشر داخل الخلية وخارجها.

● **التناضح osmosis**. حركة جزيئات المذيب عبر غشاء نصف نفوذ **semipermeable** - أنظر أعلاه - بقصد تخفيض تركيز المذاب الموجود في الجهة الأخرى من الغشاء ومعادلة التركيز في كلا الجانبين. وهذا نمط وحيد الوجهة من الانتشار، يحدث عندما لا يكون في استطاعة جزيئات المذاب العبور إلى الجهة الأخرى. أما الضغط التناضحي **osmotic pressure** فهو الضغط الذي يتكون في مكان مغلق، كالخلية حين يدخل إليها المذيب بقوة التناضح.



● الاحتساء

pinocytosis. عملية

أخذ السائل من قبل

الخلية مما يسبب

انقصاص قسم من

الغشاء الخلوي (*)

(مشكلاً فجوة *)

(vacuole). وبإمكان

معظم الخلايا فعل ذلك.

● النقل النشط **active transport**. عملية تحدث عندما يلزم انتقال

المواد بالاتجاه المعاكس للاتجاه الذي عليها أن تسلكه بالانتشار (أي

من تركيز منخفض إلى تركيز عال، كأن تتلقى الخلايا كمية كبيرة من

الغلوكوز لتفكيكه). وما تزال هذه العملية غير مدركة بالكامل، ولكن

يُعتقد أن ثمة جزيئات خاصة «ناقلة» موجودة خارج الخلية «تلتقط»

الجسيمات وتقوم بنقلها عبر الغشاء الخلوي (*) **cell membrane**

وتتركها لتعود ثانية إلى خارج الخلية بحثاً عن جزيئات أخرى. وما من

شك في أن الطاقة ضرورية للقيام بهذا العمل، وهي الطاقة التي تزود

على هيئة أدينوزين ثلاثي الفوسفات **ATP** (*).

الغذاء وكيفية استخدامه

الغذاء حيوي بالنسبة لكافة العضويات، يؤمن كل المواد التي يلزم تفكيكها لتعطي الطاقة وتنظم الأنشطة الخلوية وتبني الأنسجة وترقّمها (انظر ص 102-105). ومن الأطعمة المتنوعة الكربوهيدرات والبروتينات والدهون وتسمى المواد المغذية **nutrients**. وتسمى المعادن والفيتامينات (التي لا تحتاجها النباتات) والماء أطعمة مُساعدة **accessory foods**. والنبات يبني غذاءه الخاص، ولكنه يمتص المعادن والماء من الخارج. أما الحيوان فإنه يحصل على احتياجاته كافة من الخارج ويحلّلها للحصول على الطاقة بواسطة عملية الهضم (انظر 108-109).

● **الكربوهيدرات carbohydrates**. مجموعة من المواد المكوّنة من الكربون والهيدروجين والأكسجين، التي تتفاوت من حيث تعقّد بنائها (انظر «المصطلحات المستعملة»، ص 109). تتناول الحيوانات الكربوهيدرات المعقّدة وتفكّكها بالهضم (انظر المخطط ص 108-109)

فتصبح غلوكوزاً **glucose**. أي مادة كربوهيدراتية بسيطة. ويؤمن تحليل الغلوكوز (التنفس الداخلي) (*) **internal respiration** كل الطاقة اللازمة تقريباً للقيام بكل نشاطات الحياة. أما النباتات فتبني الغلوكوز من مواد أخرى (انظر التخليق الضوئي).

● **البروتينات protiens**. مجموعة من المواد المركبة من وحدات أبسط تدعى الحموض الأمينية **amino acids** التي يدخل في تركيبها الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين، وكذلك الكبريت في بعض الحالات. وتحتوي معظم جزيئات البروتينات على مئات الحموض الأمينية، وربما آلاف، يترابط بعضها مع بعض بواسطة الروابط الببتيدية **peptide links** في سلسلة أو أكثر تسمى متعددات الببتيدات **polypeptides**. وتختلف البروتينات عن بعضها باختلاف تعاقب الحموض الأمينية في جزيئاتها. وهي تضم البروتينات البنيوية **structural protiens** (وهي المكوّنات

الأساسية للخلايا الجديدة)، والبروتينات الوسيطة **catalytic protiens** (أي الأنزيمات) (*) **enzymes** التي تضطلع بدور حيوي في السيطرة على عمليات الخلية. تبني النباتات حموضها الأمينية من المواد التي تمتصها (انظر التخليق الضوئي، ص 26)، ثم تبني منها البروتينات. أما الحيوانات فتتغذى بالبروتينات وتحولها بالهضم إلى جزيئات حمض أميني أحادي (انظر ص 108-109). تنقل بعد ذلك في الدم على خلايا الجسم ويعاد تجميعها لتشكيل البروتينات المختلفة اللازمة (انظر الجسيمات الريبية **ribosomes** ص 12).

● **الدهون fats**. مجموعة من المواد المركبة من الكربون والهيدروجين وكمية صغيرة من الأكسجين. تبني النباتات الدهون من المواد التي تتلقاها من الخارج بالاعتماد، فتخزنها في بذورها لتكون خزيناً غذائياً في معظم الأحيان. ويمكن تحويل الدهون إلى غلوكوز إضافي (انظر الكربوهيدرات)، وذلك لتأمين الطاقة لنمو النبات. ينتج هضم الحيوانات للدهون حموضاً دهنية **fatty acids** وجليسرول **glycerol** (انظر ص 108-109). فإذا دعت الحاجة إلى تفكيكها (فضلاً عن الغلوكوز) للحصول على

الطاقة، يتم ذلك في الكبد. ينتج عن ذلك منتجات يستطيع الكبد تحويل بعضها إلى غلوكوز ويعجز عن تحويل بعضها الآخر. فيتم تحويل الأخيرة في مكان آخر إلى مادة تشكل مرحلة متأخرة من عملية تفكيك الغلوكوز. أما الحموض الدهنية والجليسرول غير اللازمة للطاقة فسرعان ما تتحد مرة ثانية لتشكل جزيئات دهنية يجري تخزينها في مناطق مختلفة من الجسم، تحت الجلد مثلاً (انظر الطبقة تحت الجلدية **subcutaneous layer** ص 82).

● **الفيتامينات vitamins**. مجموعة من المواد الحيوية بالنسبة إلى الحيوانات التي تحتاجها بكميات ضئيلة جداً. ويتلخص دور العديد من الفيتامينات في أنها أنزيمات تيميمية(*)

● **الأملاح المعدنية minerals**. مواد طبيعية غير عضوية كالفسفور والكالسيوم، تتكون جزءاً حيوياً من الأنسجة النباتية والحيوانية (كما في العظام والأسنان). ويمكن العثور على العديد

من المعادن في الأنزيمات(*) والفيتامينات **vitamins**. وهي تضم عناصر نادرة **trace elements** كالنحاس واليود الموجودين بكميات ضئيلة جداً.

● **الألياف fibre أو الخشائن roughage**. غذاء متليف معظمه من السليلوز **cellulose**. وهو كربوهيدرات متوفر في جدران الخلايا(*) **cell walls** النباتية. وخلافاً لمعظم الكربوهيدرات لا تستطيع أكثرية الحيوانات، بما فيها الإنسان، هضم السليلوز، لأنها تفتقر إلى الأنزيم الهاضم(*) **digestive enzyme** أو

السليلولاز **cellulase** (بعض الحيوانات كالبزاق مثلاً يملك هذا الأنزيم، وبعض آخر كالبقرة يجب أن يهضم السليلوز ويفعل ذلك بطريقة مغايرة - أنظر الكرش **rumen**. ص 43). ولأن حجم الألياف كبير، فإن الطعام يمكن تداوله بواسطة عضلات الأمعاء وتحريكه في الجهاز الهضمي.

● **الغليكو جين** أو (النشاء الحيواني - كربوهيدرات مركبة) مخزن في الكبد أو العضلات. عند الحيوانات إذا لم يلزم على الفور

● **النشاء** (كربوهيدرات مركبة) تأخذ الحيوانات على أنه مادة نباتية عند النباتات إذا لم يلزم على الفور

● **الغلوكوز** (كربوهيدرات بسيطة) عند النباتات عندما يحتاج إلى الطاقة وعند الحيوانات عند الهضم

● **البروتينات** عند النباتات النامية حديثاً لإحداث نمو جديد نادراً ما يحدث عند الحيوانات وعند النباتات والحيوانات (أنظر البروتينات)

● **الحموض الأمينية** عند الحيوانات في الهضم

● **الدهون** عند الحيوانات وبعض الأحيان وعند النباتات يحدث عندما لا تكون الكربوهيدرات خزن الغليكو جين أو الدهون متوفرة في الكبد. إذا كان مكان

● عند النباتات للنمو الجديد، خصوصاً عند النباتات النامية حديثاً ونادراً ما يكون عند الحيوانات

الاستقلاب

الاستقلاب metabolism مصطلح جامع لكل التفاعلات الكيميائية المعقدة والمنسقة جيداً التي تحدث في العضوية. ويمكن تقسيم هذه التفاعلات إلى مجموعتين: الاستقلاب البنائي والاستقلاب الهدمي. وتتفاوت سرعات التفاعلات بحسب تباين بينات العضويات الداخلية والخارجية، وتضطلع بدور كبير في إبقاء الشروط الداخلية مستقرة (انظر الاستتباب homeostasis، ص 105).

الطاقة (يضيع معظمها خلال الهضم على هيئة حرارة، بيد أن الطاقة الباقية في التنفس الداخلي تستخدم لدعم نشاطات الجسم). وتجدر الإشارة إلى أن عملية الاستقلاب الهدمي نفسها تحتاج إلى طاقة مثلها مثل التفاعلات الكيميائية. وتؤخذ هذه الطاقة من الطاقة الكبيرة الناتجة أثناء التفاعلات ويحرر ما تبقى، ومن ثم تكون الحصلة الإجمالية «وفراً» في الطاقة.

● **الاستقلاب الهدمي catabolism**. مصطلح جامع يُستدل به على كل التفاعلات التقويضية **decomposition reactions** (الهدمية) التي تطل المركبات في الجسم. ومن الأمثلة نورد الهضم عند الحيوانات الذي يفك المواد المعقدة إلى مواد أبسط من حيث التركيب (انظر ص 108-109) وكذلك التفكيك اللاحق للمواد البسيطة (التنفس الداخلي*) **internal respiration** والاستقلاب الهدمي ينتج دائماً

الاستقلاب البنائي دائماً إلى الطاقة نظراً إلى ضالة كمية الطاقة التي تنتج أثناء التفاعلات الجارية، بحيث لا تكفي (أي تكون الحصلة الإجمالية للاستقلاب البنائي «خسارة» للطاقة) ويغطي العجز من «وفراً» الطاقة الناجم عن الاستقلاب الهدمي.

● **الاستقلاب البنائي anabolism**. مصطلح جامع يُستدل به على كل التفاعلات التمثيلية **synthesis reactions** (البنائية) التي تصنع المواد في الجسم. ومن الأمثلة على ذلك عملية ربط الحموض الأمينية بعضها ببعض لتركيب البروتينات (انظر ص 100)، ويحتاج

المرتفعة يمكنهم أكل كميات كبيرة من الطعام دون أن تزداد أوزانهم، لأن الاستقلاب الهدمي للطعام (في خلاياهم) يحدث سريعاً فلا يُخزن كثير من الدهون. وهذه السرعة العالية غالباً ما تنتج «فائضاً» من الطاقة (أي كمية طاقة لا يحتاج إليها الاستقلاب البنائي). فيبدو هؤلاء أن لديهم «طاقة عصبية» كبيرة. أما الأفراد ذوي السرعة الاستقلابية القاعدية المنخفضة فيزداد وزنهم بسهولة ويبدو أن لديهم طاقة ضئيلة. وتناثر السرعة الاستقلابية بعدد من الهرمونات(*) **hormones** وخصوصاً هرمون **thyroxin** والتاثير الجسدي **STH** والثيروكسين **thyroxin** والأدرينالين **adrenalin** والنورادرينالين **noradrenalin**. ولمزيد من المعلومات عن هذه الهرمونات، انظر ص 106-107.

● **السرعة الاستقلابية metabolic rate**. السرعة الإجمالية التي تتم بها التفاعلات الاستقلابية في الفرد. وعند الإنسان، تتباين السرعة الاستقلابية من فرد إلى فرد، بل وضمن الفرد باختلاف الشروط والظروف. فهي تزداد عند التوتر **stress** وارتفاع درجة حرارة الجسم وأثناء التمارين. لذلك فإن السرعة الاستقلابية الصحيحة والدقيقة عند الفرد لا تقاس إلا عندما يكون مرتاحاً وذا حرارة عادية، وتسمى هذه السرعة الاستقلابية القاعدية **basal metabolic rate (BMR)** وتقاس بالكيلوجول لكل م² من مساحة الجسم في الساعة. (انظر طريقة القياس والاحتساب على الصفحة المقابلة).
إن الأفراد ذوي السرعة الاستقلابية القاعدية

الاستقلابية). وتقوم الحسابات التي يشتمل عليها قياس السرعة الاستقلابية القاعدية على الجمع بين بعض الحقائق المعروفة عن عدد الكيلوجول لأن الناشئة عن تفكك المواد المختلفة وبين قياس استهلاك الأكسجين في ظل شروط مسيطر عليها (انظر أدناه).

● **الكيلو جول kilojoule.** وحدة لقياس الطاقة تستعمل في علم الحياة بوجه خاص للتعبير عن كمية الطاقة الحرارية الناتجة عن الاستقلاب الهدمي **catabolism** للغذاء، وبالتالي للتعبير عن السرعة الاستقلابية القاعدية عند الأشخاص (انظر السرعة

- كمية احتساب السرعة الاستقلابية القاعدية للشخص ما (ك جول/م²/سا)
الحقائق المعروفة (ويمكن الحصول عليها من جهاز قياس السرعات الحرارية) هي
1 إذا استعمل ليتر أكسجين لتفكيك بعض الكربوهيدرات ينتج نحو 21.21 كيلوجول (أي طاقة تكفي لرفع درجة حرارة نحو 5050 غراماً من الماء درجة مئوية واحدة 1°م)
2 أما في حالة الدهون فإن نتيجة استخدام ليتر أكسجين تساوي 19.74 كيلو جول
3 وفي حالة البروتينات تساوي النتيجة 19.32 كيلو جول

الحساب الأول
إن الطاقة الحرارية التي تولّد عندما يتفكك الغذاء، باستخدام ليتر واحد من الأكسجين تساوي متوسط الأرقام الثلاثة أعلاه، أي 20.09 كيلو جول (إذا تناول الفرد الخاص للقياس كميات متساوية من أنواع الغذاء الثلاثة) الأكسجين في الأسطوانة



- الحسابات (مثال)
1 استهلك الشخص موضوع الاختبار 1.8 ليترات من الأكسجين في 5 دقائق
2 وامتلكه أسطوانة 18 ليترًا في الساعة (18 × 1.8)
3 من الغطاء أن 20.09 كيلو جول تنتج عندما يتفكك الغذاء بواسطة ليتر واحد من الأكسجين
4 من فإن 361.62 كيلو جول تنتج عند تفكك الغذاء بواسطة 18 ليترًا من الأكسجين (18 × 20.09)
5 ومن ثم فإن 361.62 كيلو جول تنتج عند تفكك الغذاء في مجمل جسم الشخص موضوع الاختبار خلال ساعة (مستخدماً 18 ليتر أكسجين في الساعة، ينظر المخطط رقم 2)
6 ولعل السرعة الاستقلابية القاعدية تقاس بالكيلو جول في أقل التريج من الجسم في الساعة
7 مستخدمه الدوران القياسي لحساب مساحة الجسم بالأمتار المربعة
8 تقسم 361.62 على مساحة الجسم (2 متر مربع مثلاً) فيكون الناتج = 180.81 كيلو جول/م²/ساعة

ينقل، نواتج أحد التفاعلات (التي سرعتها الأنزيمات) لتدخل في التفاعل التالي. وهناك العديد من الأنزيمات المختلفة، كالأنزيمات الهاضمة **digestive enzymes** التي تتحكم بتفكيك المواد الغذائية المعقدة إلى مواد ذوابة بسيطة (انظر ص 108-109)، والأنزيمات التنفسية **respiratory enzymes** التي تتحكم بتفكيك المواد البسيطة في الخلايا (أي التنفس الداخلي (*) **internal respiration**).

● **الأنزيمات enzymes.** بروتينات خاصة (بروتينات محفزة **catalytic proteins**) توجد في أجسام كل الكائنات الحية، وتعتبر هامة بالنسبة إلى التفاعلات الكيميائية الحيوية. فالأنزيمات تتصرف بمثابة محفزات **catalysts**، أي أنها تسرع التفاعلات دون أن تتغير هي نفسها. وثمة أنزيمات عديدة تحتاج بدورها إلى مساعدة من مواد أخرى تسمى الأنزيمات المساعدة **co-enzymes**، التي تقوم جزئياتها

الطاقة من أجل الحياة والاستتباب

يحتاج الكائن الحي إلى الطاقة للقيام بنشاطاته. وتتأتى هذه الطاقة من سلسلة تفاعلات كيميائية تجري داخل الخلية وتعرف باسم التنفس الداخلي **internal respiration** أو التنفس النسيجي **tissue respiration** أو التنفس الخلوي **cellular respiration**. وتحتوي الخلايا على مواد غذائية بسيطة متنوعة هي نواتج التحكك الهضمي عند الحيوانات (انظر ص 108-109)، والتخليق الضوئي (*) **photosynthesis** عند النباتات. فهذه المواد كلها تحتوي على طاقة مخزنة تطلق عند تفكيكها بعملية التنفس الداخلي. وفي معظم الحالات يكون الجلوكوز هو المادة التي تتفكك (انظر الكربوهيدرات والرسوم، ص 100-101). وثمة نوعان من التنفس الداخلي: التنفس اللاهوائي والتنفس الهوائي.

● التنفس اللاهوائي anaerobic

respiration. نوع من التنفس الداخلي الذي لا يحتاج إلى أكسجين حر (أي الأكسجين الداخل إلى الجسم عن طريق الشهيق). والتنفس اللاهوائي عملية تجري في خلايا كل العضويات، وتطلق كمية صغيرة من الطاقة. وفي معظم العضويات يشتمل التنفس اللاهوائي على سلسلة تفاعلات كيميائية تسمى التحلل الجلوكولي **glycolysis**، وتفكك الجلوكوز لتنتج منه حمض البيروفيك (حمض الحصرم) **pyruvic acid**. وفي الحالات العادية يعقب ذلك فوراً

تنفس هوائي يحلّل هذا الحمض السام بوجود الأكسجين، الأمر الذي يحرر كمية كبيرة من الطاقة. أما في الحالات غير العادية، فقد لا يتاح للطور الهوائي أن يحدث فوراً، مما يجعل من حدوث طور آخر لا هوائي أمراً واقعاً. (انظر القصور الأكسجيني).

وفي بعض العضويات الدقيقة، كالخميرة وبعض الجراثيم يستمر التنفس اللاهوائي دائماً في كل مراحل النمو، مؤمناً الطاقة الكافية لها بدون تطلب الأكسجين.

● التنفس الهوائي aerobic respiration

النوع الثاني من التنفس الداخلي، لا يحدث إلا إذا وجد الأكسجين الحر. وهو الطريقة التي تحصل كل الكائنات الحية على طاقتها بواسطتها، بحيث يعقب التنفس الهوائي تنفساً لاهوائياً. والأكسجين (الذي يجلبه الدم) يذهب إلى كل خلية من الخلايا ويتفاعل في الحبيبات الخيطية (*) **mitochondria** مع حمض

البيروفيك الناتج من التنفس اللاهوائي. أما المادتان الناتجتان النهائيتان فهما ثاني أكسيد الكربون والماء، فيما تتحرر طاقة كيميائية «لتتخزن» عندئذٍ في جزيئات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP). والتنفس الهوائي هو مثل على الأكسدة **oxidation**، أي تفكك مادة ما بوجود الأكسجين.

● القصور الأكسجيني oxygen debt

ينشأ عندما تقوم العضوية التي تنفس هوائياً بعمل جسدي شديد. في مثل هذه الحالة تستخدم الخلايا الأكسجين بسرعة تفوق سرعة دخوله إليها. وهذا يعني أنه لا توجد كمية كافية من الأكسجين لتفكيك حمض البيروفيك السام، الذي نتج عن الطور التنفسي الأول أي اللاهوائي. فيخضع هذا الحمض بدلاً من ذلك

إلى تفاعلات لاهوائية تحوّل إلى حمض اللاكتيك (حمض اللبن) **lactic acid**، الذي يقل ضرره كثيراً. يبدأ هذا الحمض بالتراكم، فتكتسب العضوية حالة القصور الأكسجيني. بيد أن الجسم يعتمد بعدئذٍ إلى تنشق الأكسجين بصورة أسرع من المعتاد حتى يتمكن من تحليل حمض اللاكتيك.

● **الادينوزين ثنائي الفوسفات adeno- sine diphosphate (ADP)**
ثلاثي الفوسفات adenosine triphosphate (ATP)
 مادتان تتكونان من مجموعة كيميائية تسمى الادينوزين **adenosine** متحدة مع مجموعتين وثلاث مجموعات فوسفاتية **phosphate groups** على التوالي. وتتألف المجموعة الفوسفاتية من ذرات مترابطة من الفوسفور والأكسجين والهيدروجين ويمكن أن تتحد وحيدة مع مواد أخرى أو متصلة بمجموعات فوسفاتية أخرى في سلسلة. عندما يحدث التنفس الهوائي، تتحرر الطاقة الكيميائية لتدخل في التفاعلات التي تسبب تحول جزيئات

الادينوزين ثنائي الفوسفات إلى جزيئات الادينوزين ثلاثي الفوسفات (وذلك بانضمام مجموعة فوسفاتية ثالثة إلى المجموعتين الموجودتين). يمكن اعتبار الطاقة التي تدخل في إحداث هذه التفاعلات «مخزنة» على هيئة الادينوزين ثلاثي الفوسفات، وهي مادة يسهل تخزينها في الخلايا (وخصوصاً في خلايا الأعضاء التي تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة كالعضلات مثلاً). وعندما يلزم الأمر صرف الطاقة، تجري تفاعلات تحول ثلاثي الفوسفات ثانية إلى ثنائي الفوسفات. ($ADP \leftarrow ATP$)، فتتحرر الطاقة «المخزنة». وهكذا تتأمن القوة اللازمة حتى تمارس الخلايا نشاطاتها.

الاستتباب

الاستتباب homeostasis حفاظ العضوية على بيئة داخلية **internal environment** مستقرة، مثل ثبات درجة الحرارة والتركيب ومستوى سوائل الجسم وضغطها والسرعة **الاستقلابية (*) metabolic rate**، إلخ. وهو امر حيوي لكي تمارس العضوية وظائفها كما يجب. يتطلب الاستتباب كشف أي انحراف عن المعايير (قد تسببه العوامل الداخلية والخارجية) والوسائل اللازمة لتصحيحه، وهو يمارس بفعالية خصوصاً عند الطيور والثدييات (*) **mammals** كالإنسان. ويتم كشف الانحرافات بواسطة التغذية المرتدة **feedback** للمعلومات المرسلة إلى أعضاء السيطرة. وعلى سبيل المثال يقوم البنكرياس دائماً بتفحص مستوى الغلوكوز في الدم (أي تغذي المعلومات بطريقة مرتدة) أما تصحيح الانحراف فيتم بواسطة تغذية مرتدة سلبية أي تغذية مرتدة «تنبيه» عن الانحرافات، فتتسبب تغييراً في الفعل. فإذا ارتفع مستوى الغلوكوز في الدم مثلاً، فإن البنكرياس سرعان ما يبادر إلى إنتاج كمية أكبر من **الإنسولين (*)**

لتخفيضه (انظر الهرمونات التضادية، ص 106). وهكذا فإن معظم أفعال الاستتباب تخضع لسيطرة الهرمونات (تماماً كما رأينا في مثل الغلوكوز والإنسولين) التي يتحكم بالعديد منها تحت **المهاد (*) hypothalamus** في الدماغ. وثمة مثل آخر على أهمية تحت المهاد في تجانس الاتزان هو التحكم بحرارة الجسم. فالطيور جميعاً، وكذلك الثدييات هي كائنات **متجانسة الحرارة homiothermic** (دمها حار)، أي أنها تستطيع الاحتفاظ بدرجة ثابتة (مقدارها 37° مئوية عند الإنسان) بغض النظر عن الشروط الخارجية. (على عكس الحيوانات متغيرة الحرارة **poikilothermic** أو ذوات الدم البارد). فمنطقة «تنظيم الحرارة» أو منطقة أمام الفصوص البصرية في تحت المهاد تقوم بكشف أي تغير في درجة حرارة الجسم وترسل النبضات إما إلى مركز تخفيض الحرارة **heat-losing centre** أو إلى مركز زيادة الحرارة **heat-promoting**، فتقوم هاتان المنطقتان بإرسال النبضات العصبية التي إما أن تخفض الحرارة أو ترفعها.

الهرمونات

الهرمونات
هرمون منشط لقشرة الكظر ACTH (adrenocorticotrophic hormone)
هرمون منشط للغدة الدرقية (thyroid stimulating hormone)
هرمون منشط للجسم STH (soma-tropic hormone) أو هرمون نمو الجسم HGH
هرمون منه جُريبي FSH (follicle-stimulating hormone)
هرمون مصفر LH (luteinizing hormone) يُسمى أيضاً luteotropin عند النساء أو هرمون منشط للخلية السدوية ICSH عند الرجال.
هرمون مولد للبنى loctogenic hormone أو PR (prolactin)
أكسيتوسين oxytocin
هرمون مضاد للإبالة ADH (anti-vasopressin) أو diuretic hormone
التيروكسين thyroxin
ثيروكالسيتونين TCT أو كالسيتونين
هرمون الغدة مجاورة الدرقية PTH أو Parathyrin
الأدرينالين أو الأدرينين أو الأبينفرين النورأدرينالين أو النورأبينفرين
الدوستيرون aldosterone
الكورتيزون cortisone أو الهيدروكورتيزون أو الكورتيزول
الإستروجين oestrogen (هرمون جنسي أنثوي) البروجستيرون progesterone (هرمون جنسي أنثوي)
الاندروجين androgens (هرمون جنسي ذكري) وخصوصاً التستوستيرون
الغاسترين gastrin
كولييسيستوكين CCK (cholecystokinin)
سكربتات secretin / (بنكريوزيمين PZ pancreozymin)
إنتروكسين enterocrinin
الإنسولين insulin
الغلوكاغون glucagon

الهرمونات hormones. «رسل» كيميائية خاصة تتحكم بنشاطات متنوعة في داخل العضوية. هاتان الصفحتان تحتويان على الهرمونات التي يفرزها الإنسان. والنباتات أيضاً تنتج هرمونات (هرمونات نباتية phytohormones) على الرغم من أن دورها ليس مفهوماً بعد بالكامل (انظر الطبقة الفصالية abscission layer ص 21، والانتحاء الضوئي photoperiodism وهرمونات النمو growth hormones ص 23). وتفرز هرمونات الإنسان الغُدد الصماء^(*) endocrine glands، بحيث يؤثر بعض الهرمونات على جزء خاص من أجزاء الجسم (أي الخلايا المستهدفة target cells أو الأعضاء المستهدفة target organs) فيما يؤثر البعض الآخر تأثيراً عاماً. ويعتبر تحت المهاد^(*) hypothalamus (وهو جزء من الدماغ) الضابط الرئيس في عمليات إنتاج الهرمونات، فهو يتحكم بإفراز العديد من الغدد، وخصوصاً عبر تحكمه بالغدة النخامية^(*) pituitary gland التي تضبط بدورها كثيراً من الغدد. «يوجه» تحت المهاد الغدة النخامية كي تفرز هرموناتها، وذلك بإرساله عوامل ضابطة إلى فصها الأمامي anterior lobe ونبضات عصبية إلى فصها الخلفي posterior lobe. ويعتبر إفراز الهرمون حيويًا لإقامة الاستتباب.

● **العوامل الضابطة regulating factors.** مواد كيميائية خاصة تتحكم بإنتاج عدد من الهرمونات ومن ثم بكثير من وظائف الجسم الحيوية. تُرسل العوامل الضابطة إلى الفص الأمامي من الغدة النخامية^(*) بواسطة تحت المهاد^(*). وهناك نوعان من العوامل الضابطة هما: **العوامل المنبهة releasing factors**، أي التي تدفع الغدة إلى إفراز هرمونات خاصة، و**العوامل المثبطة inhibiting factors**، أي التي توقف الغدة عن إفراز هرموناتها. مثلاً يسبب العامل المنبه لهرمون حث الجُريبات FSH والعامل المنبه للهرمون المصفر LH إفراز هرموني FSH و LH (انظر الجدول) ومن ثم استهلال عملية البلوغ^(*) puberty.

وهناك العديد من العوامل الضابطة التي تعتبر عوامل حيوية لإقامة الاستتباب^(*).

● **الهرمونات التضادية antagonistic hormones.** الهرمونات ذات التأثيرات المتضادة، كهرموني الغلوكاغون glucagon والإنسولين insulin (انظر الجدول). فعندما ينخفض مستوى الغلوكوز في الدم كثيراً، فإن البنكرياس يعمد إلى إطلاق الغلوكاغون لرفعه ثانية. أما ارتفاع مستوى الغلوكوز فيدفع البنكرياس إلى إنتاج الإنسولين لتخفيض مستواه (انظر الاستتباب، ص 105).

الاثاثيرات	اين تَتُنتج
يحفز إنتاج الهرمونات في قشرة الغدة الكظرية (ص 69).	الغدة النخامية (ص 69) (الفصل الامامي)
يحفز إنتاج التيروكسين بواسطة الغدة الدرقية (ص 69).	الغدة النخامية (ص 69) (الفصل الامامي).
يحفز النمو بزيادة السرعة التي تتربط فيها الحموض الامينية لتخليق البروتينات في الخلايا.	الغدة النخامية (ص 69) (الفصل الامامي)
يعمل عند المرأة بالتعاون مع LH لتحفيز نمو البويضات في الجريبين المبيضين (ص 89) وإفراز الاستروجين بواسطة الجريبين في اطوار الدورة الشهرية المبكرة (ص 90). اما عند الرجل فيسبب تكون المني (ص 93).	الغدة النخامية (ص 69) (الفصل الامامي)
يحفز الإباضة (ص 90) وتكوّن الجسم الأصفر (ص 90) وإفرازه لإستروجين والهروجيسترون. يعمل مع الاستروجين والهروجيسترون لتحفيز تفلظ بطانة الرحم (ص 89). اما عند الرجل فهو يحفز إنتاج الاندروجين.	الغدة النخامية (ص 69) (الفصل الامامي).
يعمل مع LH لإفراز الهرمونات بواسطة الجسم الأصفر (ص 90). كما يسبب أيضا إنتاج الحليب بعد الوضع.	الغدة النخامية (ص 69) (الفصل الامامي)
يحفز تقلصات عضلات الرحم (ص 89) أثناء المخاض وإدراج الحليب بعد الوضع.	تحت المهاد (ص 75). يتكون في الغدة النخامية (الفصل الخلفي).
يزيد كمية الماء الذي أعيد امتصاصه في الدم من النسيببات البولية (ص 73) في الكليتين.	تحت المهاد (ص 75). يتكون في الغدة النخامية (الفصل الخلفي).
يزيد من سرعة تحلل الغذاء، كما يزيد الطاقة ويرفع درجة حرارة الجسم. يعمل مع STH عند الفتان لضبط سرعة النمو والتطور. يحتوي على اليود.	الغدة الدرقية (ص 69).
ينقص مستوى الكالسيوم والفوسفور في الدم بانقاص كمية إطلاقه من العظام (حيث يخزنان).	الغدة الدرقية (ص 69).
يرفع من مستوى الكالسيوم في الدم بزيادة كمية إطلاقه من العظام (انظر أعلاه). ينقص مستوى الفوسفور.	الغدة مجاورة الدرقية (ص 69).
يحفز الكبد على إطلاق المزيد من الفلوكوز في الدم كي يتفكك تحصيلًا للطاقة. يحفز ازدياد سرعة خفقان القلب والتنفس وتضييق الأوعية الدموية.	الغدة الكظرية (ص 69) (الفصل المستطيل). وكذلك عند الأطراف العصبية يفرز عند الاحتياج أو الشعور بالخطر.
يزيد كمية الصوديوم والماء في الدم بإعادة امتصاصهما من النسيببات البولية (ص 73) في الكليتين.	الغدة الكظرية (ص 69) (الفقرة).
يحفز زيادة سرعة تحلل الغذاء تحصيلًا للطاقة، وبذلك يزيد من القدرة على مقاومة التوتر ويخفض الالتهابات.	الغدة الكظرية (ص 69) (الفقرة).
ينشط الاستروجين نمو الصفات الجنسية الثانوية عند البلوغ (ص 90)، ك نمو الثديين مثلا. يعمل الاثنان معا على تحضير الغدتين الثدييتين كي تنتجا الحليب. كما يعملان مع LH لإحداث تفلظ بطانة الرحم (ص 89). ويسود الهروجيسترون عند نهاية الدورة الشهرية (ص 90) وأثناء الحمل عندما يحافظ على جهوزية بطانة الرحم والغدة الثديية.	غالباً في الجريبين المبيضين (ص 89) والجسم الأصفر (ص 90) في المبيضين (أعضاء الأنثى التناسلية، ص 89). وكذلك في المشيمة (ص 91) أثناء الحمل.
ينشط نمو الصفات الجنسية الثانوية عند البلوغ والحفاظ عليها (ص 90)، مثل نمو شعر الذقن.	غالباً في الخلايا الخالية في الخصيتين (أعضاء الذكر التناسلية، ص 88).
يحفز على إنتاج العصارة المعدية (ص 108).	خلايا في المعى الدقيق
يحفز على فتح مصرة اودي sphincter of oddi وتقلص المرارة وإطلاق الصفراء (وكلاهما في ص 69) إلى الإثني عشري (ص 67).	خلايا في المعى الدقيق
يحفز البنكرياس على إنتاج العصارة البنكرياسية (ص 108) وإفرازها في الإثني عشري (ص 67).	خلايا في المعى الدقيق
يحفز على إنتاج العصارة المعوية (ص 108).	
يحفز الكبد على تحويل الفلوكوز إلى غليكوجين للتخزين (ص 101). كما يسرع نقل الفلوكوز إلى الخلايا.	البنكرياس حين يكون مستوى الفلوكوز في الدم مرتفعاً جداً.
يحفز تحويل الغليكوجين إلى غلوكوز بشكل أسرع في الكبد (ص 101). وكذلك تحويل الدهون والبروتينات إلى غلوكوز.	البنكرياس حين يكون مستوى الفلوكوز في الدم منخفضاً جداً.

العصارات الهضمية والأنزيمات

تحتوي كل العصارات الهضمية^(*) digestive juices في الجسم البشري على أنزيمات^(*) تتحكم بتفكيك الغذاء وتحليله إلى مواد بسيطة قابلة للذوبان. وهذه الأنزيمات تسمى الأنزيمات الهاضمة، ويمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات: الأميلاز (ات) amylases أو الدياستاز (ات) diastases تحفز مضم الكربوهيدرات^(*) carbohydrate وتكون النواتج أحاديات السكريد. البروتيناز (ات) proteinases أو الببتيدياز (ات) peptidases تحفز مضم البروتينات فتحلها إلى حموض أمينية^(*) amino acids وذلك بتحليل الروابط الببتيدي. الليباز (ات) lipases تحفز مضم الدهون fats فتحوها إلى غليسيرول وحموض دهنية (انظر الدهون، ص 100) يحتوي الجدول أدناه على العصارات الهضمية المختلفة الموجودة في الجسم وأنزيماتها وتأثيراتها.

<p>العصارات الهضمية: عصارة البنكرياس. المنفتح البنكرياس. تفرز العصارة إلى المعى الدقيق (انظر السكريتين / PZ، ص 106). الأنزيمات الهاضمة:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ألفريسين (بروتيناز). انظر المحوطة 2. 2. الكيموتريسين (بروتيناز). انظر المحوطة 2. 3. كربوكسي ببتيدياز (بروتيناز). انظر المحوطة 2. 4. الأميلاز البنكرياسي (أو الأميلوبسين). 5. الليباز البنكرياسي. <p>التأثيرات:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3 تكمل تواصل تفكيك البروتينات^(*) (متعددات الببتيدي الطويلة والقصيرة). 4. يواصل تفكيك الكربوهيدرات^(*). 5. يفك جزيئات الدهن^(*). <p>النواتج:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3 ببتيديات ثنائية وبعض الحموض الأمينية^(*). 4. المالتوز (سكريد ثنائي). 5. غليسيرول وحموض دهنية (انظر الدهون، ص 100). 	<p>العصارة الهضمية: اللعاب saliv. المنتج: الغدد اللعابية^(*) في الفم. الأنزيم الهاضم: الأميلاز اللعابي (أو البتيالين ptyalin) التأثير: يبدأ تفكيك الكربوهيدرات^(*) كالنشاء والغلوكوجين (وهما من متعددات السكريد polysaccharides - انظر ص 101). النواتج: بعض الديكستريين dextrin (متعدد سكريد أقصر طولاً) انظر المحوطة 1.</p>
<p>العصارة الهضمية: العصارة المعدية gastric juice. المنتج: الغدد المعدية^(*) gastric glands في بطانة المعدة. تفرز في المعدة (المغدين - gastrin، ص 106). الأنزيمات الهاضمة:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. الببسين (بروتيناز). انظر المحوطة 2. 2. الرينين (بروتيناز). انظر المحوطة 2. 3. حمض الهيدروكلوريك. 4. الليباز المعدي. موجود بصورة رئيسية عند اليافعين. <p>التأثير:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. يبدأ تفكيك البروتينات^(*) (متعددات الببتيدي). 2. يعمل (مع الكليسيوم) على تخثير الحليب، أي يؤثر على بروتين الحليب (الكازين casein). انظر المحوطة 3. 3. ينشط الببسين (انظر المحوطة 2)، يخثر الحليب عند الكبار (انظر المحوطة 3) ويقتل البكتيريا. 4. يبدأ تفكيك الدهن^(*) في الحليب. <p>النواتج:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. متعددات الببتيدي أقصر طولاً. 2. 3 خثارات، أي الحليب الصلب. 4. مركبات وسطية. 	<p>العصارة الهضمية: العصارة المعوية Intestinal Juice (أو succus entericus). المنتج: الغدد المعوية^(*) في بطانة المعى الدقيق. الإفراز النهائي في المعى الدقيق (انظر الإنيتروكروين - enterocroin، ص 106). الأنزيمات الهاضمة:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. المالتاز (أميلاز). 2. السكراز (أو أن السكر saccharase) (أميلاز). 3. اللاكتاز (أميلاز). 4. الإنيتروكيناز. انظر المحوطة 2. <p>التأثيرات:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. يفك المالتوز (ثنائي سكريد). 2. يفك السكروز (ثنائي سكريد). 3. يفك اللاكتوز (ثنائي سكريد). 4. يكمل تفكيك البروتينات^(*) (ثنائيات الببتيديات). <p>النواتج:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. الغلوكوز (أو الديكستروز) (أحادي سكريد). 2. الغلوكوز والفراكتوز (أحادي سكريد). 3. الغلوكوز والفالاكتوز (أحادي سكريد). 4. الحموض الأمينية^(*).
<p>العصارة الهضمية: الصفراء. المنتج: الكبد. تخزن في المرارة^(*). تفرز إلى المعى الدقيق (انظر CCK ص 106). مكوناتها: أملاح الصفراء وحموضها. التأثيرات: تفك الدهون^(*) (والمركبات الوسطية) إلى جزيئات أصغر، تسمى العملية الاستحلاب emulsification.</p>	<p>العصارة الهضمية: الصفراء. المنتج: الكبد. تخزن في المرارة^(*). تفرز إلى المعى الدقيق (انظر CCK ص 106). مكوناتها: أملاح الصفراء وحموضها. التأثيرات: تفك الدهون^(*) (والمركبات الوسطية) إلى جزيئات أصغر، تسمى العملية الاستحلاب emulsification.</p>
<p>العصارة الهضمية: الصفراء. المنتج: الكبد. تخزن في المرارة^(*). تفرز إلى المعى الدقيق (انظر CCK ص 106). مكوناتها: أملاح الصفراء وحموضها. التأثيرات: تفك الدهون^(*) (والمركبات الوسطية) إلى جزيئات أصغر، تسمى العملية الاستحلاب emulsification.</p>	<p>العصارة الهضمية: الصفراء. المنتج: الكبد. تخزن في المرارة^(*). تفرز إلى المعى الدقيق (انظر CCK ص 106). مكوناتها: أملاح الصفراء وحموضها. التأثيرات: تفك الدهون^(*) (والمركبات الوسطية) إلى جزيئات أصغر، تسمى العملية الاستحلاب emulsification.</p>
<p>اشكال ناشطة. فحمض الهيدروكلوريك يحول الببسينوجين إلى ببسين، ويحول الأنثروكيناز التريسينوجين إلى تريسين. يقوم التريسين بدوره بتحويل الكيموتريسينوجين والبروكربوكسي ببتيدياز إلى كيموتريسين وكربوكسي ببتيدياز على التوالي. إن دور الرينين وحمض الهيدروكلوريك في تخثير الحليب مهم جداً، ذلك أن الحليب السائل يمكن أن يمر بسرعة في الجهاز الهضمي دون أن يهضم.</p>	<p>ملحوظات:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. لا ينتج الكثير من الديكستريين في هذه المرحلة، لأن الطعام لا يبقى طويلاً في الفم، ومعظم الكربوهيدرات تعبر دون تغيير. 2. الهروتينازات تفرز أولاً بشكل غير ناشط كي لا تعدد إلى مضم القنوات الهضمية (وهي مصنوعة من البروتينات كمعظم أعضاء الجسم). ولكنها ما إن تصبح في مكان تحمي الأغشية مخاطية^(*) حتى تتحول إلى

(*) الأنزيمات 103 - الحموض الأمينية 100 - الدهون 100 - الغدد المعدية، الغدد المعوية 68 - الغدد اللعابية 68 - المرارة 69

المصطلحات المستخدمة

متعددات السكريد **polysaccharides**. أكثر الكربوهيدرات^(*). تعقيداً. فكل عبارة عن ذلك أن المتعددة الواحدة تتكون من سلسلة من جزيئات أحاديات السكريد. ومعظم الكربوهيدرات التي يستقبلها الجسم هي من متعددات السكريد كالفنشاء (وهو متعدد السكريد الرئيسي في الأغذية النباتية) والغلوكوجين (أساسي في المادة الحيوانية). ولزيد من المعلومات عن هاتين المادتين انظر ص 101.

ثنائيات السكريد **disaccharides**. مركبات من جزيئتي أحادي سكريد، تشكل مراحل وسطية في تفكك متعددات السكريد، أو أنها تدخل الجسم كما هي (كالسكروز واللاكتوز). يوجد السكروز في نبات الشمندر السكري وقصب السكر، ويوجد اللاكتوز في الحليب.

أحاديات السكريد **monosaccharides**. أكثر الكربوهيدرات^(*). بسيطة. تنتج كلها تقريباً من تفكك متعددات السكريد، رغم إمكانية تلقي الفواكهوز كما هو (يوجد في عصير الفواكه). فضلاً عن أنه ينتج من تفكك السكروز. ويشكل الغلوكوز الناتج النهائي لتفكك كل الكربوهيدرات (وحتى الفركتوز والجالاكتوز يتحولان إلى غلوكوز في الكبد). متعددات الببتيد **polypeptides**. هي الشكل المعقد الذي توجد به البروتينات حين تدخل إلى الجسم. وكل منها عبارة عن سلسلة من مئات (أو الوف) من جزيئات الحموض الأمينية^(*). (انظر البروتينات، ص 100). ثنائيات الببتيد **dipeptides**. سلاسل مكونة من جزيئتين من حمض أميني^(*). تشكل مراحل وسطية في تفكك متعددات الببتيد.

الفيتامينات وفوائدها

<p>الفيتامين C (حمض الأسكوربيك ascorbic acid) المصادر: الخضروات الخضراء، البطاطا، البندورة، الحمضيات كالبرتقال والفرس فروت والليمون الفوائد: يحتاج الفيتامين C لنمو الأنسجة وحفظ صحتها وخصوصاً الجلد والأوعية الدموية والعظام واللثة والأسنان. كما يضطلع بدور أزميم مساعد^(*) في العديد من التفاعلات الاستقلابية وخصوصاً في تفكك البروتينات^(*) وبناء بروتينات جديدة من الحموض الأمينية^(*) (خصوصاً الكولاجين - انظر النسيج الضام، ص 52). كما يساعد في مقاومة العدوى ولام الجراح.</p>	<p>الفيتامين A (ريتينول retinol) المصادر: الكبد، الكبدان، زيت كبد السمك، مشتقات الحليب، السمن النباتي، خضاب^(*) (الكاروتين carotene) في الثمار الخضراء والصفراء والخضار وخصوصاً البندورة والجزر (يتحول الكاروتين إلى فيتامين A في الأمعاء). الفوائد: يحفظ الصحة العامة للخلايا الظهارية^(*) (الخلايا البطانية)، ويدعم نمو العظام والأسنان. وهو ضروري للرؤية في ضوء معتم، يشترك في تشكيل خضاب^(*) الحساسية الضوئية الرودوبسين rhodopsin الموجود في عُصيات الشبكية^(*). يساعد في مقاومة العدوى.</p>
<p>الفيتامين D (كلسيفرول calciferol) المصادر: الكبد، زيت كبد السمك، الأسماك الدهنة، مشتقات الحليب، مع البيض، السمون النباتية، مادة خاصة (هي البروفيتامين D₂) في خلايا الجلد، تتحول إلى فيتامين D ما إن تتعرض إلى أشعة الشمس). الفوائد: ضروري لامتصاص الكالسيوم والفسفور وترسيبها في العظام والأسنان. كما يمكنه العمل بالاشتراك مع هرمون PTH^(*).</p>	<p>مجموعة فيتامينات B مجموعة من 10 فيتامينات على الأقل توجد عادة معاً، وتضم: ثيامين (أو انيورين) B₁، ريبوفلافين B₂، نياسين (أو حمض النيكوتين أو النيكوتين - أميد) B₃، حمض البانتوثنيك B₄، بيروكسين B₅، سيانوكوبالامين (أو كوبالامين) B₁₂، حمض الفوليك B₉ (أو Bc أو M)، بيوتين (ويسمى أحياناً فيتامين H)، ليسيثين.</p>
<p>الفيتامين E (توكوفرول tocopherol) المصادر: اللحم، مع البيض، الخضار ذات الأوراق الخضراء، النقول، مشتقات الحليب، السمون النباتية، الحبوب، الخبز الأسمر، لباب القمح، البذور، زيت البذور والخضار. الفوائد: لا تعرف تماماً بعد. يُعتقد أن له دوراً في تشكيل الدنا^(*) DNA والرنا^(*) RNA وخلايا الدم الحمراء، وكذلك في الحد على الخصوبة وتفكيك الغذاء في الخلايا العضلية.</p>	<p>المصادر: توجد جميعها في الخميرة والكبد. وباستثناء B₁₂ توجد في الحبوب الكاملة والخبز ولباب القمح، وفي الخضار الخضراء (كالقول) ولكن B₁₂ لا يوجد في أي محصول خضري. ويوجد B₂ و B₁₂ خصوصاً في مشتقات الحليب. كما يوجد معظم الفيتامينات B في البيض والمكسرات والأسماك والكل والبطاطا. وتنشئ بكتيريا الأمعاء الفيتامينات B₆ وحمض الفوليك والبيوتين. الفوائد: يحتاج معظمها لنمو الأنسجة وحفظ صحتها. كالعضلات B₁، والأعصاب B₁، B₂، B₃، B₆، B₁₂، والجلد B₂، B₃، B₅، B₆، B₁₂، والشعر B₂، B₃، B₅، B₆، B₁₂، كما تساعد بعضها العمل المتواصل لأعضاء الجسم B₅، ليسيثين، B₆، ومعظمها B₁، B₂، B₃، B₅، B₆، B₁₂ أنزيمات مساعدة^(*) ضرورية لتفكيك الغذاء وتحصيل الطاقة (التففس الداخلي)^(*). وكثير منها (خصوصاً B₂ و B₆) لأغراض النمو أو التنظيم أو الدفاع أما B₁₂ وحمض الفوليك فحيويان لتشكيل خلايا الدم، في حين أن B₃ و B₆ حيويان لتصنع مواد الأعصاب الكيميائية (المواد العصبية العصبية)^(*).</p>
<p>الفيتامين K (الفيلوكينون phyloquinone أو الميناكينون menaquinone) المصادر: الكبد، الثمار، النقول، الحبوب، البندورة، الخضار الخضراء وخصوصاً الملفوف والسبانخ. كما تصنعه بكتيريا الأمعاء. الفوائد: ضروري جداً لتشكيل البروثرومبين^(*) في الكبد (يلزم لتخثر الدم).</p>	

تصنيف الكائنات الحية

التصنيف classification أو taxonomy هو تجميع الكائنات الحية ضمن مجموعات بناء على مميزاتها المشتركة. والنمط الرسمي الرئيسي في التصنيف (التصنيف التقليدي classical taxonomy) يركز على بناء المجموعات وفقاً للصفات البنوية (انظر ص 114). وتدرج مخططات التصنيف الناتجة عن ذلك أولاً المجموعات الكبرى (العوالم kingdoms)، ومن ثم تورد المجموعات والأقسام الأصغر الموجودة ضمن هذه المجموعات. والمجموعات الأولى التي تلي العوالم هي العوالمات sub-kingdoms، فالشعب phyla، عند الحيوانات والأقسام divisions عند النباتات (مع أن بعض مخططات تصنيف النباتات لا تتضمن العوالمات) ومن ثم تأتي الصفوف classes والرتب orders والفضائل families والأجناس genera وأخيراً (النوع species). وهي الزمرة التصنيفية الصغرى. وقد لا تشمل بعض الشعب أو الأقسام (خصوصاً ذات الأعضاء القليلة) الزمر التصنيفية التي دونها (إذ قد تكون الزمرة التالية بعد الشعبة رتبة أو فصيلة أو جنساً أو حتى نوعاً)، كما يوجد بعض الحالات مجموعات بسيطة مثل الصفيف sub-class والشعبية sub-phyly. تصنف المخططات التالية (ص 110-113) حتى حدود الصفوف فحسب في معظم الحالات، وقد تورد تحت صفوف وصفوف دنيا infraclasses، كما في حالة الثدييات.

وتجدر الملاحظة أن بعض مواقع تصنيف النبات والحيوان ما تزال مثاراً للخلاف. فتصنيف النبات مثلاً يتباين بشدة بوجه خاص حتى أن بعض علماء التصنيف قد يعتبرون مثلاً بعض المجموعات (مجموعتين أو ثلاث) عوالم مستقلة تماماً، لا تنتمي إلى النبات مطلقاً والملاحظات الملحقة بمخططي التصنيف النباتي (ص 110-111) وكذلك مخطط التصنيف الهولندي (ص 112-113) تغطي بعض الاختلافات المشار إليها.

عالم النبات

<p>قسم: الطحالب السمراء <i>Pyrrophyta</i>. طحالب نارية وحيدة الخلية، جدران خلوية^(*)، ولها سيات^(*).</p> <p>قسم: الطحالب الغضوية <i>Bacillarophyta</i>. مشطورات <i>diatoms</i>. وحيدة الخلية ذات «دروع» سيليسية. وهي نباتات مائية (غذبة ومالحة) مستعمرة^(*). (أي تعيش مع بعضها في جماعات).</p> <p>قسم: الطحالب الصفراء <i>Xanthophyta</i>. طحالب خضراء مصفرة، معظمها وحيد الخلية وذو جدران خلوية^(*) وخضاب^(*) (الايكسوفيل <i>xanthophyll</i>). توجد في المياه المالحة أو العذبة وفي الأماكن الرطبة.</p> <p>قسم: الطحالب الحمراء <i>Rhodophyta</i>. طحالب متعددة الخلايا ذات جدران خلوية^(*) وخضاب^(*) (الايكسوفيل). (البحر واليزنوق). تعيش بشكل رئيسي في المياه المالحة.</p> <p>قسم: الطحالب البنية <i>phaeophyta</i>. طحالب متعددة الخلايا وجميعها لها جدران خلوية. تتضمن كل أنواع أعشاب البحر الشائفة، لونها بني يعمل إلى الأخضر الزيتوني. وكل طحلب يتنمى برباط أسطواني الشكل يسمى المثبت <i>holdfast</i> يثبتها إلى سطح ما.</p> <p>قسم: الطحالب الخضراء <i>Chlorophyta</i>. المجموعة الكبرى بين الطحالب، فيها أنواع وحيدة الخلية وأخرى متعددة الخلايا، وجميعها تمتاز بجدران خلوية^(*). ويعيش معظمها في المياه العذبة مع أن بعضها ينبت في مياه مالحة أو في الأماكن الرطبة كجذوع الأشجار والتربة. توجد هذه الطحالب بأعداد كبيرة (أما وحيدات الخلية فغالباً ما تكون مستعمرة - انظر الطحالب العنصرية).</p>	<p>المخطط الأول</p> <p>عُوَليم sub-kingdom: المشرَّيات <i>thallophyta</i>. لا جذور أو جدوع أو أوراق، كما لا يوجد جنين^(*).</p> <p>قسم: <i>division</i>: النباتات المشطرة <i>Schizophyta</i>. بكتيريا <i>bacteria</i>. عضوية مؤلفة من خلية واحدة يمكن العثور عليها أينما كان بأعداد كبيرة. بعضها مسبب للأمراض <i>pathogenic</i>، وبعضها الآخر نافع مفيد يحلل العضويات المائنة مثلاً.</p> <p>قسم: <i>الفطريات المخاطية النباتية Myxomycophyta</i> أو <i>Myxomycota</i>. فطريات دقيقة، وهي عضويات بسيطة جداً ليس فيها جدران خلوية^(*) ولا يخضور^(*) (كلوروفيل). تعيش على النبات المتعفن والحيوان الميت. تتكاثر بالابواغ^(*).</p> <p>قسم: <i>النباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta</i>. فطريات <i>fungi</i> حقيقية، قد تكون وحيدة الخلية أو مكونة من خيط متداخل تسمى الخيوط الفطرية <i>hyphae</i>. تشكل المشيجة الفطرية <i>mycelium</i> التي تنبت على مواد ميتة يتغذى بها الفطر. ولها جدران خلوية^(*)، ولكنها لا تحتوي على يخضور^(*). تستخدم في بعض العمليات الصناعية (مثل تخمير الجعة). وبعضها يشكل مضادات حيوية مهمة كالبنيسيلوم <i>penicillium</i>. تتكاثر بالابواغ^(*) (كالفطر الأبيض).</p> <p>كل الأقسام الباقية في هذا العوالم هي أنواع من الطحالب <i>algae</i>. وهي نباتات بسيطة تعيش في المياه المالحة أو العذبة أو في المستنقعات وتحتوي جميعاً على اليخضور^(*) (انظر الملاحظة 2)، وللكبيرة منها (طحالب البحر). جسم نباتي أشبه بالشريط يسمى المشرة <i>thallus</i>.</p> <p>قسم: الطحالب الزرقاء <i>cyanophyta</i>. طحالب خضراء إلى زرقاء، بدائية وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذات جدران خلوية^(*)، فيها خضاب^(*) أخضر مُزَيَّن يسمى فيوسيساين <i>phycocyanin</i>. ويوجد في الينابيع الساخنة والمياه القطبية على حد سواء.</p> <p>قسم: الطحالب البُروية <i>Euglenophyta</i>. طحالب وحيدة الخلية، بلا جدران خلوية^(*)، لها سيات^(*)، وتوجد في المياه العذبة.</p> <p>قسم: الطحالب الذهبية <i>chrysophyta</i>. طحالب وحيدة الخلية لها جدران خلوية^(*) شديدة التنوع توجد في الماء المالح والعذب والأماكن الرطبة.</p>
<p>عُوَليم: <i>Embryophyta</i>. جميعها لها جدران خلوية^(*) ويخضور^(*) وجذور وأوراق، وأيضاً طبقة دفاعية مميزة حول النبتة النامية (أي الجنين)^(*).</p> <p>قسم: <i>Bryophyta</i>. الحزازيات. يتميز بنوع من الجذور والجذوع والأوراق ولكن لا يوجد للنسيج الوعائي^(*). ولخظمها بنيت قصيرة أشبه بالجدع تسمى الهلبة <i>seta</i> تحمل الأوراق الصغيرة المنكسة أو العريضة. ولها جذور خيطية الشكل تسمى أشعاه الجذور <i>Rhizoids</i> تتعلق بأي سطح عوضاً عن أن تخترق الأرض. وهي نباتات تعيش في اليابسة ولكنها تنتشر انتشاراً واسعاً في الأماكن المستنقعية والرطبة. وشعة 3 صفوف:</p>	<p>(*) الابواغ 92 (التبوغ): الجدار الحلوي 10: الجنين 93: الخضاب 27: السوط 40: النسيج الوعائي 14: اليخضور 27.</p>

<p>الصف: عاريات البذور <i>Gymnospermae</i>. نباتات بذورها غير مُضمنة في ثمار، وليس لها أزهار.</p> <p>الصفيفات: السيكاسيات <i>cycadales</i>. السيكاس. نبات بدائي يشبه البلح. المخروطيات <i>Coniferales</i>. كالشوح <i>fir</i>. نباتات دائمة الاخضرار^(*) لمعظمها أوراق إبرية، وكلها لها اجسام تكاثرية تسمى المخاريط تنمو على الحراشف الكاذبة للمخروط الانثوي (لا ازهار)، ويوجد غبار الطلع^(*) على حراشف المخروط الذكري. الجنكيات <i>Ginkgoales</i>. يوجد نوع واحد هو الجنكة (كزبرة البير <i>maiden hair</i>). الزُجرجيات <i>gnetales</i>. تضم ثلاثة اجناس فقط كالغُوسق <i>welwitschia</i> (من النباتات الصحراوية).</p> <p>الصف: كاسيات البذور <i>Angiospermae</i>. نباتات بذورها مُضمنة في ثمرة، كما إن لها ازهاراً.</p> <p>الصفيفات: ذوات الفلقتين <i>Dicotyledonae</i>. نباتات بذورها من فلقتين^(*) كالورد مثلاً. ذوات الفلقة الواحدة <i>Monocotyledonae</i>. نباتات بذورها من فلقة^(*) واحدة كالزنبق.</p>	<p>الصفوف: المُرَقَطَطِيَّات <i>Hepaticae</i>. الكبديات <i>liverworts</i>. الحزازيات <i>Musci</i>. الحزاز <i>mosses</i>. قرنبيات التزهّر <i>Anthocerotae</i>. الكبديات القرنية <i>horn-worts</i>.</p> <p>القسم: النباتات الوعائية <i>Tracheophyta</i>. لها جذور وجذوع وأوراق وأنسجة وعائية^(*).</p> <p>القُسمين: اللازهريات الوعائية (السرخسيات) <i>Pteridophyta</i>. لا أزهار أو بذور. فيه أربعة صفوف.</p> <p>الصفوف: الجرداوات <i>Psilotales</i>. نباتات بدائية قريبة من السرخس. أرجل الذئب <i>Lycopediales</i>. الحزاز المتسلق. نبات دائم الاخضرار^(*) <i>evergreen</i> زاحف قريب من السرخس، وعمره يرجع إلى ما قبل التاريخ. الذئب الخيل <i>Equisetales</i>. قريبة من السرخس ولكن باستطاعتها العيش في أماكن أقل رطوبة وظلاً. السرخسيات <i>Filicales</i>. ومنها السرخس. يعيش في الأماكن الرطبة الظليلة. لها سعف <i>fronds</i> - بني ريشية ثنائية^(*) (تتحد فيها الأوراق والسويقات) تحمل الأبواغ^(*).</p> <p>القُسمين: النباتات النطلية <i>Spermatophyta</i>. ذات بذور. فيه صفان:</p>
---	--

<p>الوعائيات <i>Tracheophytes</i>. مصطلح غير رسمي. اللازهريات الوعائية <i>Pteridophytes</i>. مصطلح غير رسمي. القسم: النباتات الجرداوات <i>Psilophyta</i>. سابقاً صف <i>Psilotales</i>. القسم: <i>Lycophyta</i>. سابقاً صف <i>Lycopediales</i>. القسم: <i>Sphenophyta</i>. سابقاً صف <i>Equisetales</i>. القسم: <i>Pherophyta</i>. سابقاً صف <i>Filicales</i>. النطليات <i>Spermatophytes</i>. مصطلح غير رسمي. عاريات البذور <i>Gymnosperms</i>. مصطلح غير رسمي. القسم: <i>Cycadophyta</i>. سابقاً صيف <i>Cycadales</i>. القسم: <i>Coniferophyta</i>. سابقاً صيف <i>Coniferales</i>. القسم: <i>Ginkgophyta</i>. سابقاً صيف <i>Ginkgoales</i>. القسم: <i>Gnetophyta</i>. سابقاً صيف <i>Gnetales</i>. كاسيات البذور <i>Angiospermae</i>. القسم: <i>Anthophyta</i>. سابقاً صيف <i>Angiospermae</i>. الصف: ذوات الفلقتين. سابقاً صيف <i>Dicotyledonae</i>. الصف: ذوات الفلقة الواحدة. سابقاً صيف <i>Monocotyledonae</i>.</p>	<p>المخطط الثاني (التفاصيل في المخطط الأول)</p> <p>المشريات <i>Thallophytes</i> مصطلح غير رسمي</p> <p>القسم: النباتات المنشطرة <i>Schizophyta</i>.</p> <p>القسم: الفطريات المخاطية النباتية <i>Myxomycophyta</i>.</p> <p>القسم: النباتات الفطرية الحقيقية <i>Eumycophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب الزرقاء <i>Cyanophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب الذهبية <i>Chrysophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب البؤبؤية <i>Euglenophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب السمراء <i>Phyrophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب الخضوية <i>Bacillariophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب الصفراء <i>Xanthophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب الحمراء <i>Rhodophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب البنية <i>Phaeophyta</i>.</p> <p>القسم: الطحالب الخضراء <i>Chlorophyta</i>.</p> <p>الجنينيات <i>Embryophytes</i> مصطلح غير رسمي.</p> <p>الأمم: الحزازيات <i>Bryophyta</i>.</p> <p>الصفوف: المُرَقَطَطِيَّات <i>Hepaticae</i>. الحزازيات <i>Musci</i>. قرنبيات التزهّر <i>Anthocerotae</i>.</p>
--	--

<p>ملحوظات: 1. إن البكتيريا والطحالب الزرقاء - المخضرة (من قسمي النباتات المنشطرة والطحالب الزرقاء) لا تحتوي على نوى^(*)، وهي بالتالي ليست نباتات أو حيوانات حقيقية. ولهذا السبب فإن بعض التصنيفات يضعها في عالم منفصل (قبل عالمي النبات والحيوان) ويسمى عالم الفراديات <i>Kingdom Monera</i> أو طليبعيات النوى <i>(Prokaryota)</i>.</p> <p>2. بعض الطحالب وحيدة الخلية (وخصوصاً طحالب اقسام الطحالب البؤبؤية والذهبية والسمراء) ينتم بخصائص النبات والحيوان معاً (أي يمكنها ان تأكل، الطعام كما يمكنها ان تصنع غذاءها بالتخليق الضوئي^(*)). ولبعضها سيطاط^(*) وبعضها الآخر تنفقر خلاياه إلى جذران</p> <p>خلوية^(*)). ولهذا السبب تضع بعض التصنيفات هذه الطحالب في عالم منفصل أيضاً يسمى عالم الأوليات - <i>Kingdom Protista</i> (دلي عالم الفراديات <i>Monera</i> - المنحوتة 1 - ويسبق عالمي النبات والحيوان). ويمكن توسيع هذا العالم ليشمل الحيوانات الأولية <i>protozoa</i> (انظر ص 112).</p> <p>3. الفطريات المخاطية والفطريات (من قسمي الفطريات المخاطية النباتية <i>Myxomycophyta</i> والنباتات الفطرية الحقيقية <i>Eumycophyta</i>) يُشك في انتمائها إلى النبات (إذ تنفقر إلى المخضرون^(*)) ولكنها ليست قريبة إلى الحيوان. ولهذا فإن بعض التصنيفات تضعها في عالم الفطريات <i>Kingdom Fungi</i> (بعد عالمي الفراديات والأوليات - انظر المحلطين 1 و 2 - وتسبق عالمي النبات والحيوان).</p>	<p>(*) البذريات 30: التخليق الضوئي 26: فنلخت الريش 22: الجدران الخلوي 10: دائمة الاخضرار 8: السيطاط 40: غبار الطلع 30</p>
---	---

انظر المدخل على الصفحة 110. هذا الجدول، شأنه شأن مخطط تصنيف النباتات، يدرج هذا المخطط الأعضاء بدءاً من الأسط وانتهاءً بالاعقد. أما الصفات والميزات التي تبدأ بالظهور عند الحيوانات كلما تعقدت بنيتها فإنها تذكر في المخطط في أول مرة ترد فيها ومن هذه الصفات مثلاً وجود المعى الحقيقي، وجهاز الدوران، والجهاز العصبي، والجوف الجسمي الحقيقي، وبعض أنواع التشدُّف^(٥) *segmentations*. وكذلك بعض أنواع الهياكل ووجود الرتتين (انظر أيضاً ص 36-37). وأما الصفات والميزات الأخرى المذكورة فتخص المجموعة التي يجري تعريفها.

في تصنيف الحيوانات فإن ثمة عدداً من الحيوانات البدائية نسبياً (وخصوصاً بعض الأنواع الخاصة من الديدان) التي ينتمي بعضها إلى بعض ضمن مجموعات صغيرة، لا يضمها هذا المخطط، بل يمكن العثور عليها في مخططات تصنيفية أكثر تفصيلاً (بوصفها شعباً صغرى *minor phyla*).

<p>الصفوف: الـخطيطات <i>Nematoda</i>، الدُّوَارَات <i>Rotifera</i> بطنَّيات الأهداب <i>Gastrotricha</i>، متحرَّكات الخرطو <i>Kinorhyncha</i>، القضيبيَّات <i>Priapulida</i>، خطيطات الشكل <i>Nematomorpha</i>.</p> <p>الشعبة: الحلقِيَّات <i>Annelida</i> أو <i>Annulata</i>، الديدان الأكثر تطوُّراً، ذات أجسام انبوبية مُشدَّقة تحتوي على تجويف جسمي وجهازين عصبي ودوراني. ولهذه الديدان هلب^(٤) <i>chaetae</i> لإسكات الرمل أو التربة.</p> <p>الصفوف: الحراريَّات <i>Aclitellata</i> والسرَّجِيَّات <i>Ciltellata</i>، الشعبة: الرخويَّات <i>Mollusca</i>، حيوانات لها جسم طري وقوقعة كلسية ورأس «وقدم» للزحف أو الحفر. معظمها مائي.</p>	<p>عُوَيْلَم: الأوليات <i>Protozoa</i> الشعبة: الشعبة الوحيدة التي تحمل اسم تحت العالم نفسه. حيوانات وحيدة الخلية، غالباً مائية، مع أن كثيراً منها طفيلي^(٥). مثل: الأميبا والهاراميسوم.</p> <p>الصفوف: حاملات السيَّط <i>Mastigophora</i>، اللحميَّات <i>Sarcodina</i>، حاملات الأهداب <i>Cilophora</i>، الحيوانات البوغِيَّة <i>Sporozoa</i>، البوغِيَّات الدقيقة <i>Microspora</i>.</p>
<p>الصفوف: ثلاثة ثانوية: زورقيَّات الأرجل <i>Scaphopoda</i>، أحاديَّات الصفحة <i>Monoplacophora</i>، مزدوجات العصب <i>Amphineura</i>، ثلاثة رئيسية: بطنَّيات الأرجل <i>Gastropoda</i>، أحاديَّات المصراع <i>univalves</i>، أي لها قوقعة مكونة من قطعة واحدة فقط، كالبرايق. صفيحيَّات الخياشيم <i>Lamellibranchiata</i> أو ذوات المصراعين <i>Blivalvia</i> أو <i>Pelecypoda</i>، قوقعتهما تتألف من قطعتين منفصلتين. (رأسيَّات الأرجل <i>Cephalopoda</i> أو <i>Siphonopoda</i>، رخويَّات ذات موشَّات^(٥)، وعيون متطورة جداً (الأخطبوط).</p> <p>الشعبة: مفصليَّات الأرجل <i>Arthropoda</i>، حيوانات متعددة الأطراف ذات هيكل خارجي صلب. شُعْبِيَّة: ملطَّطيات القرون <i>Chelicerata</i>، من مميزاتا المشتركة أقسام فموية تشبه الكلابات.</p>	<p>عُوَيْلَم: نظيرات الحيوان <i>Parazoa</i>، الشعبة: الإسفنجيَّات أو المساميَّات - <i>Porifera</i>. هي الشعبة الوحيدة. الإسفنج كتلة حية غير متحركة مسامية، تحتوي على ملايين العضويَّات وحيدات الخلية (انظر مستعمر <i>Colonial</i>، ص 114).</p> <p>الصفوف: الكلسيَّات <i>Calcarea</i>، الإسفنجيَّات الشائعة <i>Demospongiae</i>، الإسفنجيَّات المتعطِّية <i>Sclerospongiae</i>، سداسيَّات التشعُّع <i>Hexactinellida</i>.</p>
<p>الصفوف: صفان ثانويان هما: فخذِيَّات الفم <i>Merostomata</i> (السرطان الملك) عناكب البحر <i>Pycnogonida</i>، وثمة صف واحد أكثر أهمية من العنكبوتيَّات <i>Arachnida</i>، حيوانات ذات 8 أرجل كالعنكب وبالقمل والعقارب.</p> <p>شُعْبِيَّة: القشريَّات <i>Crustacea</i>، تضم صفاً واحداً بالاسم نفسه.</p> <p>الصف: القشريَّات <i>Crustacea</i>، غالباً حيوانات مائية لها خياشيم^(٥) في أرجلها، ونوجا قرون استنشعار^(٥).</p>	<p>عُوَيْلَم: الحيوانات التوالِي <i>Metazoa</i>، هي بقية عالم الحيوان. أي الحيوانات متعددة الخلايا <i>multicellular</i>.</p> <p>الشعبة: معاشيَّات الجوف <i>Coelenterata</i>، حيوانات مائية ذات مجسَّفات^(٥)، لها فتحة جسمية واحدة (لدخول المواد وخروجها). تتحرك بفعل عضلي. مثالها: الهيدرا وقنديل البحر.</p>
<p>الصفوف: القشريَّات <i>Crustacea</i>، تضم صفاً واحداً بالاسم نفسه.</p> <p>الصف: القشريَّات <i>Crustacea</i>، غالباً حيوانات مائية لها خياشيم^(٥) في أرجلها، ونوجا قرون استنشعار^(٥).</p> <p>شُعْبِيَّة: شبيهات الديدان <i>Uniramia</i>، لها زوج قرون استنشعار واحد، تعيش غالباً على اليابسة.</p> <p>الصفوف: ثلاثة ثانوية هي: حاملات المخالب <i>Onychophora</i>، المترافلات <i>Symphylla</i>، قنبلات الأرجل <i>Paruopoda</i>، وثمة ثلاثة صفوف أكثر أهمية هي:</p>	<p>الصفوف: المهترَّات <i>Turbellaria</i>، أشباه الشريطيَّات <i>Cestoides</i>، وحيدات النسل <i>Monogonoides</i>، ثنائيَّات الأنسل <i>Digenoides</i>، ترسيَّات البطن <i>Aspidocotyles</i>.</p> <p>الشعبة: جوفيَّات الخرطوم <i>Rhynchocoela</i> أو النيميرتيَّات <i>Nemertes</i>، ديدان بحرية ذات معى حقيقي (ممتد من الفم إلى الشرج)^(٥) وجهاز دوراني بدائي وعضو لامتصاص (خرطوم، خطم) ذي طرف معقوف كالكلابة.</p>
<p>شَفِيَّات الأرجل <i>Chilopoda</i>، منويَّات الأرجل. في كل شدة من جسمها زوج أرجل. أكلة لحوم^(٥).</p> <p>ثنائيَّات الأرجل <i>Diplopoda</i>، كثرات الأرجل. في كل شدة من جسمها زوجا أرجل. أكلة أعشاش^(٥).</p> <p>الحشرات <i>Insecta</i> أو سداسيَّات الأرجل <i>Hexapoda</i>، حيوانات لها ست أرجل وعادة ذات جناحين مثل النمل والعث.</p>	<p>الصفان: اللامُسَلَّحَات <i>Anopla</i>، المُسَلَّحَات <i>Enopla</i>، الشعبة: الديدان الرُقَّة <i>Aschelminthes</i>، حيوانات مائية شبيهة بالديدان. غالباً طفيليَّة^(٥). مثالها: الديدان الخطيطة والديدان المستديرة والديدان الخطافية.</p>

الشعبة. شوكيات الجلد *Echinodermata* حيوانات بحرية جميعها ذات هيكل كلسي يقع مباشرة تحت الجلد. وهي عادة ذات تشكلات شعاعية خماسية وجلد شوكي.

الصفوف: النجميات *Asteroidea*، نجوم البحر الشعاعية *Ophiuroidea*، القنفذيات البحرية *Echinoidea*، قناتيات البحر *Holothuroidea*، أشباه الزنابق *Crinioidea*.

الشعبة. الحبليات *Chordata* لها جميعاً في وقت ما من حياتها حبلاً ظهرياً *notochord* - أي «قضيب صلب» من خلايا يمتد بين النخاع الشوكي والمغى.

الشعيات: اثنتان ثانويتان: حبليات الذئب *Urochordata*، الحبليات الرأسية *Cephalochordata*، وثالثة أكثر أهمية: الجمجميات *Craniata* أو *Vertebrata*، يحل محل الحمل الظهري (انظر الحبليات) الصلب (انظر المحوطة رقم 7). لها دماغ متطور.

الصفوف: صفان ثانويان من أسماك لانكية: البوريثات *Myxini*، مصفحات الرأس *Cephalaspidomorphi*، وشعة 6 صفوف أكثر أهمية: صفحيات الخياشيم *Elaemobranchimorphi*، أسماك ذات هيكل غضروفي^(*)، ولها زعانف وتتنفس خيشومياً^(*)، كاسماك القرش.

العظميات *Osteichthyes*، أسماك ذات هيكل عظمي، ولها زعانف وحراشف وتتنفس خيشومياً^(*)، مثل

الحفش والرفكة.

البرمائيات *Amphibia* أو *Batrachia*، حيوانات تستطع العيش على اليابسة ولكن بقرب الماء. لمعظمها رئات وتضع بيوضها في الماء كالضفادع والملاجيم.

الزواحف *Reptilia*، حيوانات أجسامها جافة وحرشفية، تعيش على اليابسة وتضع بيوضاً قشرية كالشعابين والعظايا والتماسيح والسلاحف.

الطيور *Aves*، جميعها ذات ريش وتضع بيوضاً قشرية.

الثدييات *Mammalia*، جميع الإناث تنتج الحليب جميعها تقريباً لها شعر أو فراء، وتنقسم إلى صنفين: الصفيان: البهيميات الأولية *Prototheria*، تضع بيوضاً قشرية، تضم رتبة واحدة - أحاديث المسك *Monotremata* كأكيل النمل الشوكي.

البهيميات *Theria*، لا تضع بيوضاً، يضم صفيين *Infraclasses* خاصين بسفان الرُتب:

الصفيين: البهيميات التوالى *Metatheria*، أو الجرابيات *Marsupialia* أو ثنائيات الرحم *Didelphio*، تنمو الذرية في الرحم^(*) لوقت قصير فحسب، ثم تكمل نموها وتطورها في جراب جلدي *Marsupium* يقع بالقرب من الثدي (غدة الحلي).

مثال: الكفتار.

البهائم الحقيقية *Eutheria* أو السُحُديَّات *Placentalia* (الثدييات المشيمية)، تنمو الذرية في الرحم^(*) إلى حين ولادتها، متصلة بمشيمة^(*) متطورة، كالآبقار والحياتان والفئران والإنسان.

ملحوظات:

1. في بعض مخططات التصنيف يضم صف اللحميات التابع لشعبة الأوليات صفيان مما: جذريات الأرجل *Rhizopoda* وشعاغيات الأرجل *Actinopoda*. وفي غيرها يلغى هذان الصفيان فتنسب أعضاؤهما إلى صف اللحميات. وفي هذه الحالة يكون للصف الاسم البديل جذريات الأرجل.
2. بعض المخططات تضع نموذجاً آخر يسمى الحيوانات البينية *Mezozoa* بين الغويلمين نظلمات الحيوان والحيوانات التوالى. يضم هذا الغويلم شعبة واحدة فقط تحمل الاسم نفسه (البينيات) وتحتوي على الطفيليات^(*) المغمرة. بيد أن تصنيفه عويلاً أو حتى شعبة يلغى شكوكاً كثيرة.
3. بعض المخططات تضع صفى وحيدات النسل وثنائيات النسل، التابعين لشعبة الديدان المسطحة، في صف واحد، صف المثقبات *Trematoda*.
4. تعتبر بعض المخططات صف حاملات المخالب، المنصري تحت شعبة مفصليات الأرجل، شعبة مستقلة استناداً إلى أن أعضائها تظهر خصائص مشتركة لدى شعبيتي مفصليات الأرجل والحلقيات *Annelida*.
5. في بعض المخططات لا تضم شعبة مفصليات الأرجل أي شعبة بل تضم عشرة صفوف فحسب. وفي مخططات أخرى لا تضم هذه الشعبة أيضاً أي شعبة بل سبعة صفوف فقط. ذلك أن صفوف قليلات الأرجل والمترافقات وشفهيات الأرجل وثنائيات الأرجل تجمع كلها في صف واحد، كثرات الأرجل *Myriapoda*. وفي معظم الحالات يعتبر مصطلح كثرات الأرجل غير رسمي.
6. تسمى أحياناً شعبيتاً حبليات الذئب والحبليات الرأسية التابعتين لشعبة الحبليات، الحبليات الأولية

1. *protochordata*، علماً أن هذا الاسم غير رسمي وفي بعض الأحيان يشمل الاسم أيضاً الشعبة الصفرة انصاف الحبليات *Hemichordata* لأن أعضائها تظهر سمات مميزة للحبليات.
2. إن مصطلح جمجمي *craniate* تعني «ذو أو ذات الجمجمة»، وهو ينطبق على كل أعضاء شعبة الجمجميات. أما الاسم البديل لهذه الشعبة وهو الفقاريات فيعني الحيوانات «ذات العمود الفقري». وهذا ليس صحيحاً بالكامل، ذلك أن صف البوريثات - وهو الصف الأشد بدائية - لا يتمتع بأي عمود فقري.
3. إن اللافقاريات هي جميع الحيوانات التي ليس لها عمود فقري، أي كل يسبق شعبة الجمجميات في هذا المخطط (ولكن أنظر المحوطة 7).
4. إن صفى البوريثات ومصفحات الرأس، وهما الصفيان اللافكيان الوحيدان في شعبة الجمجميات، يعرفان أحياناً باسم مشترك هو اللافكيات *Agnatha*، فيما تعرف الصفوف الباقية ذات الفك باسم الفكيات *Gnathostomata*. إلا أن هذين المصطلحين غير رسميين.
5. إن صفوف البوريثات ومصفحات الرأس وصفحيات الخياشيم والعظميات (الأسماك العظمية) التابعة كلها لشعبة الجمجميات تعرف أحياناً باسم مشترك، الأسماك *Pisces*، وهو غير رسمي.
6. تنقسم شعبة الجمجميات أحياناً إلى مجموعتين غير رسميتين هما: الأمفيوسات *Anamniota* (تضم الزواحف والطيور والثدييات)، واللامنيوسات (تضم كل الصفوف الأخرى). أما اللامنيوسات فهي تلك الحيوانات التي تتمتع أحياناً^(*) بالأمنيوس *amniot* والسلي *chorion* والوشيفة *allantois*.

مصطلحات غير رسمية

ندرج فيما يلي المصطلحات الرئيسية التي تستخدم لجمع الكائنات الحية بعضها مع بعض وفقاً لأنماط حياتها العامة وأساليبها (أي تشابهاتها البيئية، انظر أيضاً ص 9). وهي مصطلحات عامة غير رسمية إذا ما قورنت بالمصطلحات الرسمية المستخدمة في مخططات التصنيف (ص 110-113) التي تركز إلى التشابهات البنوية بين الكائنات.

النباتات

- **النباتات الجفافية (الصحرارية xerophytes)**: تلك التي بإمكانها العيش فترة طويلة دون ماء، مثل الصباريات.
- **النباتات المائية hydrophytes**: تلك التي تنمو إما في الماء أو في أماكن رطبة جداً، مثل القصب.
- **نباتات الرطوبة المعتدلة mesophytes**: تلك التي لا تتطلب إلا رطوبة معتدلة.
- **النباتات الملحية halophytes**: تلك التي تتحمل درجة مرتفعة من الملوحة.
- **النباتات الصخرية lithophytes**: تلك التي تنمو في الصخور كـ بعض الحزازيات.
- **النباتات الهوائية epiphytes**: تلك التي تنمو على نباتات أخرى ولكن لتستخدمها كدعامات فقط فلا تنغذي عليها، مثل بعض أنواع الحزاز.
- **النباتات الزئفة saprophytes**: تلك التي تعيش على النباتات الميتة أو الحيوانات المتفكدة عليها، ولكنها لا تشكل سبب فسادها، مثل بعض أنواع الفطر.

الحيوانات

- **الحيوانات المفترسة predators**: تلك التي تقتل الحيوانات الأخرى وتاكلها كالأسود مثلاً. أما الطيور المفترسة فتسمى الجوارح raptors.
- **أكلات الحشرات detritus feeders**: حيوانات تقتات على الحشرات أي مواد حيوانية ونباتية مهترئة ومتحللة، مثل الديدان.
- **القمامة scavengers**: حيوانات كبيرة من أكلات الحشرات تقتات على لحوم ميتة (مواد حيوانية).
- **الحيوانات الإقليمية territorial**: حيوانات تعيش في منطقة أو إقليم وتدافع عنه إما فرادى أو مجموعات (العديد من أنواع السمك والطيور والثدييات). ويرتبط هذا النمط من العيش عادة بالتزاوج والتكاثر.
- **الغوريلات abyssal**: تعيش في أعماق سحيقة في البحيرات والبحار والمحيطات مثل السمك المجذافي.
- **القناريات demersal**: تعيش في قعر البحيرات أو البحار أو المحيطات، مثل القريدس (الأربيان).
- **القيمة sedentary**: في حالة الطيور يستخدم هذا المصطلح لوصف الطيور التي لا تهجر^(٥)، مماثل لمصطلح المستقرة sessile أو اللاطئة عند حيوانات أخرى.
- **الليليات nocturnal**: حيوانات تنشط ليلاً وتخلد إلى النوم نهراً، كالخفافيش واليوم.

نباتات وحيوانات

- **الحشرات insectivores**: عضويات متخصصة يأكل الحشرات فقط، كالنباتات الإبريقية pitcher plants التي تصيد الحشرات وتهضمها، والقنافذ.
- **الطفيليات parasites**: نباتات أو حيوانات تعيش على نباتات أو حيوانات أخرى (المضيف) وتتغذى عليها، ليست كلها ضارة بالمضيف.

● المتعايشان أو المتكافلان symbionts أو symbiotes.

زوج كائنات حية يتعايشان عن قرب شديد ويتشاركان في منفعة واحدة متبادلة (العيش التكافلي symbiosis). فالأشنيات lichens مثلاً تنبت على صخور عارية، وكل أشنة هي في الحقيقة نباتان (فطر وطحلب). فالطحلب ينتج غذاءه (بواسطة التخليق الضوئي^(٥)) فيغذى عليه أيضاً الفطر (الذي لن يستطيع بآي حال العيش في صخرة عارية). أما دور الفطر المكمّل فيمكن أن خيوطه الدقيقة تحفظ الرطوبة ويؤمنها للطحلب الذي هو بحاجة إليها.

● المؤاكلان commensals: زوج كائنات حية متقاربان

يجنيان منفعة مشتركة من وجودهما المتقارب (المؤاكلة commensalism). وهما يتقاسمان الغذاء (يؤاكلان) إلا أنها غير متعايشين بالكامل ولعل وجود وكر الفئران حيث يسكن الإنسان أوضع مثل على المؤاكلة.

● الاجتماعي أو المستعمر social or colonial: العيش في

مجموعات، وكلا المصطلحين مترادف في حالة النباتات ويستدل بهما على نموها في عناقيد. أما في حالة الحيوانات فيوجد اختلاف بين المصطلحين تبعاً للعدد. فالأسود مثلاً اجتماعية في عيشها، بيد أن أعداد مجموعاتها ليست كافية لتسمى مستعمرات وثمة فرق كبير بين مستعمرة وأخرى من حيث العلاقة بين أعضائها. ففي مستعمرة الأطيش (طائر أكل السمك) يكون توافف الأعضاء بعضها على بعض متدن وهي تعيش معاً توكيلاً للامن. وفي مستعمرة النمل مثلاً هناك عمل مخصص لكل مجموعة من المجموعات في داخلها (كمهمة حراسة المستعمرة أو مهمة جمع الغذاء وتخزينه). أما أعلى مستوى من التوافف فتظهره العضويات أحادية الخلية التي لا تفصل عن بعضها وتشكل كتلة حية واحدة، مثل الإسفنج.

● اللاطئة sessile: في حالة الحيوان، اللاطئة، تلك التي

ليست حرة الحركة في مكانها، أي أنها تبقى لاصقة بالأرض أو بأشياء صلبة كشقانق البحر sea anemons مثلاً، أما في حالة النبات فهي كلمة لوصف النباتات التي لا تتمتع بسويقات كالطحالب.

● البحري - المحيطي pelagic: يعيش في وسط البحيرات أو

البحار أو المحيطات، بالمقارنة مع تلك التي تعيش في الأعماق البعيدة. والكائنات البحرية أو المحيطية تتراوح بين الأحياء الصغيرة وبين الحيتان الكبيرة مروراً بالأسماك وأسماك القرش.

● العوالق plankton: حيوانات ونباتات مائية طافية خاملة أو

قليلة الحركة وتعتبر غذاء للعديد من الأسماك والحيتان، كما تعتبر حيوية في التوازن البيئي (السلطة الغذائية^(٥)) للبحار. وهناك عوالق نباتية Phytoplankton وعوالق حيوانية Zooplankton.

● الشاطئية littoral: تعيش في قعر البحر أو البحيرة ولكن

بالقرب من الشاطئ كالسرطان وأعشاب البحر.

● القاعية benthos: كل الغوريات والقناريات والشاطئيات

من حيوانات ونباتات، أي التي تعيش جميعاً إما في قعر البحيرات والبحار أو بالقرب منه.

مسرد المصطلحات

Abdomen 36, 66	بطن	Anus 66, 67	شرج
Abdomasum 43	منفخة	Aorta 61, 62, 63	الأبهر
Abscission layer 21	طبقة الفصل	Apatite 56	إباتيت (مينا)
Abyssal 114	غوري	Apex 20	راس
Accommodation 84	تكيف	Appendage 36	زائدة
Acellular 10	لا خلوي	Appendix 66, 67	زائدة دودية
Achene 34	بهمة	Aqueous humour 84	رطوبة مائية
Acilteolata 112	الحريات	Arachnida/Arachnids 112	العنكبوتيات
Actinomorphy 36	تناظر شعاعي	Arachnoid 75	سحاة
Actinopoda 113	شعاعيات الأرجل	Archegonium 93	رحم
Adaptation	تكيف	Arteriole(s) 60	شرين (شرينات)، (شرايين)
Adaptive radiation 9	إشعاع تكيفي	Artery(ies) 60, 63	شريان (شرايين)
Adenosine 105	أدينوزين	Arthropoda/Arthropods	مفصليات الأرجل
ADH 106	هرمون	Aschelminthes 112	الديدان الزقية
Adipose tissue 82	نسيج دهني	Asexual reproduction 92	تناسل لا جنسي
Adrenal glands 69, 107	غدة كظرية	Aspidogastrea/Aspidobothrea 112	ترسبات البطن
Adrenalin 106	أدرينالين	Aspidocotylea	ترسبات البطن
Aestivation 9	تصيف	Asterolea 113	النجميات
Afferent 78	وارد	Astral rays/Asters 13	إشعاعات نجمية
Agglutinins 59	أغلوطينين	Atlas 50 51	فهقة
Agnatha 113	عديمات الفك	Atria 62	أذنين
Agonist 54	عضلة محركة أولى	Atrioventricular valves 63	صمامان أذنين - بطينيان
Albumen 48	المادة البيضاء	Auditory association area 75	منطقة الترابط السمعية
Aldosterone 106	الدوسترون	Auricle(s)	صوان / صوانات
Algae 110	طحالب	Autografting 35	تطعيم ذاتي
Allantois 48	وشيقة	Autosomes	صبغيات ذاتية
Alleles	صنوبات	Autotrophic 6	ذاتية التغذية
Alternation of generations 93	تناوب النشوء أو الأجيال	Auxins 23	أوكسينات
Alveoli 71	سنوخ	Aves 113	الطيور
Amino acids 100, 108, 109	حموض أمينية	Axil 18	إبطي
Amnion 48, 91	أمنيوس	Axon 76	محور
Amoeba 40	الأميبا		
Amphineura 112	مزدوجات العصب	Bacillariophyta 110	الطحالب الغضويّة
Ampulla 87	حبابة	Backbone, see Vertebral column	عمود فقري
Amylases 108	إملاز (ات)	Bacteria	بكتيريا
Anabolism 102	تغذية	Baleen, see Whalebone	بلين، انظر عظمة الحوت
Anadromous 8	صفاد	Bell-and-socket joints 52	مفاصل طليقة الحركة
Anal canal 66, 67	قناة شرجية	Barbels 46	عذبات
Anamniota 113	اللامنيوسات	Barbs 39	براشل
Androecium 29	مذكر	Barbules 39	بريشلات
Androgens 88, 106, 107	أندروجين	Bark 19	لحاء
Angiospermae/ Angiosperms 111	كاسيات المذور	Batrachia/Batrachians	برمائيات
Animal Kingdom 112-113	المملكة الحيوانية	Benthos 114	القاعيات
Animal starch, see Glycogen	النشا الحيواني	berry 34	عنبة
Annelida/Annelids 112	الحلقات	Biceps 54	عضلة ذات رأسين
Annuals rings 18, 19	حلقات سنوية	Biennials 8	ثنائيات الحول
Annuals 8	حوليات	Bilateral symmetry 36	تناظر ثنائي الجانب
Antagonistic pairs 54	أزواج متضادة	Bile 68	سائل أصفر
Antennae 46	زبانيات، قرون الاستشعار	Binary fission 12	إنشطار ثنائي
Anther 28, 29	منبر	Biomes 4	حيومات
Antheridium 93	منطف	Biosphere 4	مجال حيوي
Anthocerotae 111	قرنيات التزهر (الجدول 1)	Biotic factors 4(1)	عوامل حيوية
Anthophyta 111	الزهريات (الجدول 2)	Biotin	بيوتين
Anthozoa 112	الزهريات	Bipinnate 22	ثنائية الريش
Antibodies 59	أجسام مضادة	Bivalents 94	صبغيات رباعية
Antigen 59	مولدات الضد	Bladder 72, 73, 88	مثانة
Anti-toxins 59	مضاد للسم		

Blastocyst 93	معدية	Centrioles 12, 13	مركزان
Blind spot 85	بقعة عمياء	Centromeres 13, 94	مراكز اقوسومية
Blood 58-59	دم	Centrosome 12	جسيم مركزي
Blood cells 58	خلايا الدم	Centrum 50	مركز الفقرة
Blood groups 59	زمر الدم	Cephalaspidomorphi 113	مصفحات الرأس
Bole 19	جذل	Cephalic veins 61	اوردة عضدية
Bolus 66	مضغة	Cephalochordata	الحبلليات الرأسية
Bone(s) 50, 51	عظم (عظام)	Cephalopoda/Cephalopods 14	راسيات الأرجل
Bone marrow 53	نخاع عظمي	Cephalothorax 46	راس صوري
Bony fish 113 (Note 10)	عظميات (نوع من الأسماك)	Cerebellum 74	مخنيخ
Bony labyrinth 86	تبه عظمي، اذن داخلية	Cerebral 75	مخي
Bract 21	قنابة	Cerebral cortex 74	قشرة مخية
Brain 74, 75, 78, 80, 81	دماغ	Cerebral hemispheres 74	نصفا كرة مخيان
Brain stem 75	جذع الدماغ	Cerebrospinal fluid 75	السائل المخي الشوكي
Breathing 71	تنفس	Cerebrum 74	مخ
Bronchi 71	شعب	Cerumen 86	صمغ / شمع الاذن
Bud(s)	برعم (براغم)	Ceruminous glands 86	غدد صمغوخية / شمعية
Budding	برعمة	Cervical canal 89	قناة عنقية
Bulb	بصيلية	Cervical vertebrae 51	فقرات عنقية
		Cervi 89	عنق
Caecum 43	اعور	Cestodea 112	اشباه الشرطيات
Calcarea 112 (Porifera)	الاسفنجيات / المساميات	Chaetae (sing. chaeta) 40	هلب
Cambium 15	قلب	Chelae (sing. chela) 46	ملاقط / كلابات
Canines 57	انياب	Cheliceræ 112	ملقطيات القرون
Capillaries 61	شعريات	Chilopoda 112	شفهيات الأرجل
Capillary action 24	فعل شعري	Chitin 38	كيتين
Carapace 38	درع	Chlorophyll 27	يخضور
Carbohydrates 100	كربوهيدرات	Chlorophyta 110	الطحالب الخضراء
Carbon cycle 7	دورة كربونية	Chloroplasts 12	جبيبات يخضورية
Carboxypeptidase 106	كربوكسي ببتيداز	Chordata/Chordates 113	الحبلليات
Cardiac 63	قلبي	Chorion 91	السلي
Cardiac 63	دورة قلبي	Chorionic villi 91	زغابات سلائية
Cardiac sphincter 66, 67	مصرة قلبيية	Choroid/Choroid coat 84	مشيمة / غطاء مشيمي
Cardiovascular system 62 (1)	جهاز قلبي وعائي	Chromatids 13	صبغيات
Carnassial teeth 42	اسنان لاحمة	Chromatin 10	صبغين
Carnivores 6	لواحم / آكلات اللحوم	Chromosomes 10	صبغيات
Carotene 27	كاروتين	Chrysalis 49	شرنقة
Capals 51, 52	رسفيات	Chrysophyta 110	الطحالب الذهبية
Carpel 28, 29	كرتلة	Cilia (sing. cilium) 40	اهداب
Cartilage 53	غضروف	Ciliary body 84	جسم هلامي
Cartilaginous fish 113	سمك غضروفي	Ciliophora/Ciliata 112	حاملات الاهداب
Cartilaginous joints 53	مفاصل غضروفية	Circulatory system 60-61	الجهاز الدوراني
Casein 106	كازين	Classes 110 (1)	صفوف
Catabolism 102	استقلاب هدمي	Classical taxonomy 110 (1)	تصنيف كلاسيكي
Catadromous 8	هناط	Classification 110 (1)	تصنيف
Catalysts 103	محفزات	Clavicle 51	ترقوة
Catalytic proteins	بروتينات مساعدة	Cleavage 93	انشطار انقلافي
Caterpillar 49	يسروع	Climatic factors 4 (1)	عوامل جوية
Caudal 41	ذيلية	Ciltellata 112	السرقيات
Cellac artery 61	وريد جوي	Cltoris 89	بظر
Cell body 76	جسم خلوي (جسم الخلية)	Cloaca 43	مذرق
Cell division 12-13, 94-95	انقسام خلوي	Clotting 59	تجلط، تجند
Cell membrane 10	غشاء خلوي	Cnidoblasts 42	ارومات لاسعة
Cell sap 10	فجوة خلوية	Coccyx 51	عصعص
Cellulase 101	سليولاز	Cochlea 86	قوقعة
Cellulose 10	سليولوز	Cocoon 49	شرنقة
Cell wall 10	جدار خلوي	Codominance 97	سيادة متعادلة / متكافئة
Cement/Cementum 56	اسمنت	Coelenterata/Coelenterates 42	معائنات الجوف
Central incisors 57	قواطع مركزية	Coelom 37	جوف عام
Central nervous system	جهاز عصبي مركزي	Co-enzymes 103	انزيمات مساعدة
		Coleoptile 33	غمد الريشة

Collagen 52
Collecting duct/tubule 73
Collenchyma 15
Colon 66, 67
Commensalism
Commensals 114
Common bile duct 68, 69
Common carotid arteries 62
Common hepatic duct 68
Common iliac arteries 61
Common iliac veins 61
Community 8
Compensation points 28
Complete metamorphosis 40
Compound eyes 47
Compound leaves 20 (1) 22
Coniferous forest 4
Conjunctiva 84
Connective tissue 52
Consumers 6
Contour feathers 39
Contractile vacuoles 40, 45
Copulation 91
Corm 35
Cornea 84
Corolla 28
Corpus callosum 74
Corpuscles 82, 83
Corpus luteum 90
Corti, Organ of 86, 87
Cortisone 106
Costal cartilage 50
Cotyledon 33
Coverts 39
Cowper's glands 88
Cranial bones 50
Cranial nerves 74
Cranium 50, 51
Crinoidea 113
Cristae (sing. crista) 12
Crop 43
Crossing over 94
Cross pollination 31
Crown 56
Crustacea/Crustaceans
Ctenophora 112
Cud 43
Cupulae (sing. cupula) 87
Cuticle 15, 38
Cutin 15
Cutting 35
Cyanocobalamin 109
Cyanophyta 110
Cycadales/Cycadophyta 11
Cystic duct 68, 69
Cytokinesis 13
Cytoplasm 10
Cytosine 96

Darwinism 9

كولاجين
قناة جامعة / نبيب جامع
نسيج هام
القولون
مؤاكلية
مؤاكلان
القناة الصفراوية المشتركة
شريانين سبائية عامة
قناة كبدية مطبوعة
شريانين حرقلية عامة
أوردة حرقلية عامة
مجتمع
نقطتا التكافؤ
تحول شكلي كامل
عيون مركبة
أوراق مركبة
غابة مخروطية
ملتحمة
نسيج ضام
كائنات مستهلكة
ريش كفاية
فجوات قاذبة
جماع
قرمة
قرنية
تويج
جسم ثغني
جسيمات
جسم أصفر
عضو كورتي
كورتيزون
غضروف عظمي
فلقة
ريش الصوف
غدد كاوبر
عظام قحفية / حجمية
أعصاب قحفية / حجمية
جمعمة
شوكيات الجلد
عروف
حوصلة
عبور
تأثير مختلط (تلاقح مختلط)
ناج
القشريات
حاملات الأمشاط
اجترار
كؤيسات
قشرة
كوتين
تقليم
سيانو كوبالامين
الطحالب الزرقاء
السكاسيات
قناة صفراوية
انقسام السيتوبلازما
سيتوبلازما
سيتوزين

الداروينية

Daughter cells 12
Daughter Chromosomes 13
Day-neutral plants 23
Decay 7
Deciduous 8
Deciduous forest 4
Deciduous teeth 56 (1)
Decomposers 7
Defaecation 67
Dehiscence 32
Demersal 114
Demospongiae 112
Dendrites 76
Dendron 76
Denitrifying bacteria 7
Dens, see Dentes
Denticles 38
Dentine 56
Dentition 56 (1)
Deoxygenated 62
Deoxyribose 96
Dermis 82, 83
Detritus feeders 114
Dextrin 108
Diaphragm 70, 71
Diaphysis 52
Diastole phase 63
Dicotyledons 33
Dincephalon 75
Differentiation 93
Diffusion 99
Digenoidea/Digenea 112
Digestion 66 (1)
Digestive enzymes 103
Digestive system 66-67
Digitigrade 41
Digits 51
Dioecious 28 (1)
Dipeptides 109
Diploid number 12
Diplopoda 112
Disaccharides 109
Divisions 110
DNA 10
Dominant 97, 98
Dormancy 9
dorsal 41
Double helix 96
Down feathers 39
Drupe 34
Duodenum 66, 67
Dura mater 75

Ear(s) 86-87
Ear canal 86
Eardrum 86
Ear ossicles 86
Ecdysis 49
Echinodermata/Echinoderms 37
Echinoidea 113

خلايا ابنة
صبغيات ابنة
نباتات حيادية
اهتراء / تمسأ / تحلل
معبول / معبلة
غابة معبلة
اسنان معبلة (متساقطة)
كائنات حية محللة
تبرؤ
ثمرة متفتحة
القفريرات
إسفنجيات شائعة
غصينات
غصين
بكتيريا مزيلة للآزوت
سن. أنظر أسنان
سنيينات
عاج
تسنن
غير مؤكسج
ريبوز منقوص الأكسجين
أدمة
أكلات الحشرات
دكسترين
حجاب حاجز
جسم العظمة
طور الانبساط
ذوات الفلقتين
دماغ متوسط
انقسام خلوي متسلسل
انتثار
ثنائيات الانسال
هضم
انزيمات هاضمة (هضمية)
جهاز هضمي
إصبعي المنية
أصابع
نباتات منفصلة الجنس
ثنائيات اليبشتيدات
عدد صبغي ثنائي الصيغة
ثنائيات الأرجل
ثنائيات السكريد
اقسام
دنا
سائدة
سبات
ظهري
لولب حلزوني مزدوج
ريش سفلية
نووية
عق (إثنا عشري)
الأم الجافية
اذن (أذنان)
قناة الأذن
طبلة الأذن
عظيمات الأذن
انسلخ
شوكيات الجلد
القنفذيات البحرية

Ecology 4 (1) علم البيئة
Ecosystem 5,8 نظام بيئي
Edaphic factors 4 (1) عوامل تربة
Effectors 77 مستقلات
Efferent 80 صادر
Efferent arteriole 73 شريان صادر
Efferent system 80-81 جهاز صادر
Egg(s) 48 بيضة (بيوض)
Egg cell 30 خلية البضة
Ejaculation 88 قذف
Elasmobranchiomorphi 38 صفيحيات الخياشيم
Elastin 52 الإستين
Elytra 38 أجنحة غمدية
Embryo 32 (1) 48 جنين
Embryophyta/Embryophytes 110, 111 الجنينيات
Embryo sac 30 كيس جنيني
Emulsification 108 استحلاب
Enamel 56 مينا
Endocardium 82 (1) تأمور داخلي
Endocarp 34 (1) غلاف داخلي
Endocrine glands 89 غدد داخلية الإفراز (غدد صماء)
Endodermis 15 ادمة داخلية
Endolymph 86 لىف داخلي
Endometrium 89 غشاء مخاطي
Endoneurium 78 غلاف اللبب العصبي
Endoplasm 40 سيتوبلازما داخلية سائلة
Endoplasmic reticulum 11 شبكة بلازمية داخلية
Endopteryogotes 49 جناحيات داخلية
Endoskeleton 38 (1) هيكل داخلي
Endosperm 30 بذراء داخلية
Endothelium 80 (1) بطانة
Enopla 112 المسلحات
Enterocrinin 106 إنتروكروينين
Enzymes 68, 103 أنزيمات
Ephemeral 8 قصيرات الأرجل
Epicarp 34 (1) قشرة الثمرة
Epidermis 15, 82 بشرة
Epididymis (pl. epididymides) 88 بريح
Epigeal 33 إنتشن / إنبات سطحي
Epiglottis 66, 70 غلصمة
Epigynous flower 29 زهرة علوية
Epimysium 54 غمد العضلة
Epineurium 78 عمد العصب (خارجي)
Epiphytes 114 نباتات هوائية
Epythelium 82 نسيج ظهاري
Equisetales 111 الإسفينيات
Erectile tissue 88 نسيج قابل للانصباب
Euglenophyta 110 طحالب بؤبؤية
Eukaryotic 111 النويات
Eumycophyta/ 110 النباتات الفطرية الحقيقية
Eustachian tube 86 أنبوب أوستاش
Euthera 113 البهائم الحقيقية
Evergreen 8 دائمة الاخضرار
Excretion 45, 72 (1) إفراز / إخراج
Exhalant siphon 44 ممص مخرج
Exocrine glands 68 غدد خارجية الإفراز
Exodermis 17 ادمة تحننية
Exopteryogotes 49 ظاهريات الأجنح
Exoskeleton 38 (1) هيكل خارجي
Expiration 71 زفير
Extensors 55 عضلات باسطة

External fertilization 48
External gills 45
External jugular veins 62
External respiration 70 (1)
External urinary sphincter 72
Extrinsic eye muscles 85
Eye(s) 84-85
Eyeball 84 (1)

إخصاب (تلقح)
خياشيم خارجية
اوردة وداجية خارجية
تنفس خارجي
مصرة بولية خارجية
عضلات العين الخارجية
عين (عيون)
كرة العين

Facet
Facial bones 50
Faeces 67
Fallopian tubes 89
False fruit 34 (1)
False ribs 50
Families 110 (1)
Fascicles 54, 78
Fats 100
Fatty acids 100
Feather(s) 39
Feather follicles 39
Feedback 105
Femoral arteries 81
Femoral veins 61
Femur 51, 52, 53
Fibre(s) 14
Fibrils 54
Fibrin 59
Fibrinogen 59
Fibrous roots 17
Fibula 51, 53
Filament(s)
Filicales 111
Filter-feeding 42
Fimbriae 89
Fin(s) 41
First meiotic division 44
First order sensory neuron 78, 81
First polar body 85
Fixed joints 52 (1)
Fixed macrophages 58
Flagella (sing, flagellum) 40
Flagellate 40 (Flagella)
Flame cells 45
Flexors 55
Floating ribs 50
Florets 31
Florigen 23
Flower(s) 28-29
Flowerhead 31
Foetus 91
Folage 20 (1)
Folic acid 109
Follicle(s)
Follicle-stimulating hormone 108
Food chains 6
Food vacuole 40
Forekin 88

سطح
عظم الوجه / وجهي
البراز
انابيب فالوب
ثمرة كاذبة
ضلع كاذبة
فصائل (عائلات)
خريصات
دهون
حموض دهنية
ريشة (ريش)
جريبات الريش
اغذاء إرجاعي
شرايين فخذية
اوردة فخذية
فخذ
ليف / اليف
ليفات
فبرين
فبرينوجين
جذور ليفية
شظية
شعيرات
السرخسيات
اغذاء بالقرشيع
اهداب
زعنفة / زعانف
انقسام خلوي منصف اول
عصبون حسي من المرتبة الاولى
جسم قطبي اول
مفاصل ثابتة
بلعيمات كبيرة ثابتة
سياط
ذوات السياط، السوطيات
خلايا لهبية
العضلات المثنية
اضلاع سائبة
زهيرات
مولد الزهر
زهرة (ازهار)
رؤيس
جنين
ورق (اوراق)
حمض الفوليك
جريب (جريببات)
هرمون مثبي جريبي
سلسلة الغذاء
فجوة الغذاء
قلقة / غرلة

Fossil fuels 7
Fovea/Fovea centralis 85
Fructose 108
Frukt 34
Fungi (sing. fungus) 92
Fusion 92

وقود أحفوري
ثقب مركزية
فراكتوز
ثمرة
فطريات
تدامج / ذوبان

Galactose 108
Gall bladder 69, 107
Gametes 93, 94, 95
Gametophyte 93
Ganglia (sing. ganglion) 78
Gastric artery 61
Gas'ric glands 68
Gastric juice 107, 108
Gastric lipase 108
Gastric vein 61
Gastrin 107
Gastropoda/Gastropods 112
Gastrotricha 112
Gause's principle 5
Germation 92
Genera 110 (1)
Generative nucleus 30
Genes 97
Genetics 96 (1)
Genital organs/Genitalia 88 (1)
Genotypes 97
Geotropism 23
Germination 32
Gestation period 91
Gibberellins 23
Gill(s) 45
Ginkgoales/Ginkgophyta 111
Gizzard 43
Gland(s) 68-69
Glans 68
Gilding Joints 52
Glomerular filtrate
Glomerular filtration 72
Glomerulus 72, 73
Glottis 70
Glucagon 106
Glucose 100
Glycerol 100, 108
Glycogen 101, 108
Glycolysis 104
Gnathostomata 113
Gnetales/Gnetophyta 111
Golgi complex/apparatus/11
Gonadal arteries 61
Gonadal veins 61
Gonads 68 (1)
Graafian follicle 69
Grafting 35
Grain 34
Grassland 4
Great saphenous veins 61
Grey matter 75

غالاكتوز
المحارة
اعراس
نبات عروسي
عقد (عقدة)
شريان معدي
غدد معدية
عصارة معدية
ليباز معدي (عصارة معدية)
وريد معدي
معدن / غاسترين
بطننيات الأرجل
بطننيات الأهداب
مبدأ غلوز
برعمة
جنس
نواة توليدية
مورثات - جينات
علم الوراثة
اعضاء تناسلية
انماط وراثية
انتحاء جغرافي
إنباتش / إنبات
فترة الحمل
جبريلينات
خيشوم (خياشيم)
الجنتيات
قننصة
غدة (غدد)
حشفة
مفاصل منزلفة
راشح كبيبي
ارتشاح كبيبي
كبيبة
مزمار
غلوكاغون
غلوكوز
غليسيرول
غليكوجين
تحلل غلوكولي
المفكيات
الرجرجيات
مركب / جهاز / غولجي
شرايين منسلية
أوردة منسلية
مناسيل
جريب دوغراف
تطعيم
حبة
مروج ومراع
أوردة صافينية كبرى
مادة رمادية

Growing point 16, 17
Growth hormone(s) 23
Grub 49
Guanine 96
Guard cells 21
Gum 56 (1)
Gustatory pore 79
Guttation 25
Gymnospermae/Gymnosperms 111
Gynaecium 29

نقطة النمو
هرمون (هرمونات) النمو
عزقة
غوانين
خلايا حارسة
لثة
حببيبات ذوقية
نضج
عاريات البذور
مانث

Habitat 5
Haemocoel 37
Haemoglobin 58
Haemopoiesis 58 (1)
Hair erector muscles 82
Hair follicles 82
Hair plexuses 83
Halophytes 114
Haltères 47
Haplod number 94
Haptotropism 23
Hard palate 79
Haustria (sing. haustrium) 66
Haversian canals 53
Heart 60, 62-63
Heartwood 14, 19
Heat-losing centre 105
Heat-promoting centre 108
Heliotropism 23
Hepaticae 111
Hepatic artery 61
Hepatic ducts 68
Hepatic portal vein 61, 68
Hepatic vein 61
Herbaceous 8
Herbivores 6
Hermaphrodite 28 (1) 49
Heterografting 35
Heterozygous 97
Hibernation 9
Higher animals 36 (1)
Hilum
Hinge joints 52
Histones 96
Holdfast 110
Homeostasis 75, 105
Homiothermic 105
Homografting 35
Homologous chromosomes 12
Homozygous 97
Honey guides 28
Hormone(s) 69, 106, 107
Host 114
Human growth hormone 106
Humerus 51, 54
Hydathodes 25
Hydrochloric acid 108
Hydrocortisone 106
Hydrophytes 114

مسكن
جوف علم
يحمور (هيموغلوبين)
عملية تجديدية
عضلات ناصبة للشعر
جربيات الشعر
شبكة الشعر
نباتات ملحية
موازيان
عدد صبغي احادي الصيغة
انتحاء لمسي
حنك صلب
جبوب (جيب) القولون
القنية هافرية
قلب
خشب القلب
مركز تخفيض الحرارة
مركز زيادة الحرارة
انتحاء شمسي
المرفقنطبات
شريان كبدي
اقنية كبدي
وريد كبدي بابي
وريد كبدي
عشبيات
حيوانات عاشبة
خنثية
تطعيم لا متجانس
متباين المزيج
سبات شتوي
حيوانات عليا
سرة
مفاصل رزية
هستونات
متنبت
إستقريب
متجانس حراري
تطعيم متجانس
صبغيات متماثلة
متجانس الزيج
ادلاء العسل
هرمون (هرمونات)
مضيف
هرمون النمو عند الإنسان
عظم العضد
مناتح
حمض الهيدروكلوريك
هيدروكورتيزون
نباتات مائية

Hydrostatic skeleton 37	هيكَل مائِي ساكِن	Jejunum 66, 67	الصائم
Hydrotopism 23	إِنْتِخَاء مائِي	Joints 52-53	مفاصل
Hymen 89	غَشَاء البِكارة		
Hypertonic 99	شَدِيد التَوَتَر	Karyokinesis 12	انْقِسام نووي
Hypophae 110	خِيوط لُطَرِيَّة	Keel 31, 41	صدر
Hypogaeal 32	أَرْضِي	Keratin 39, 52	كيراتِن
Hypogynous flower 29	زَهْرَة تَحْتَ مائِثِيَّة	Kidneys 61, 72	كَلِيْتَان
Hyponome 44, 47	مَمص	Kilojoules 103	كيلوجول
Hypopharynx 43	وِطَاء البَلعوم	Kingdoms 110 (1)	عَوالم
Hypothalamus 75	تَحْتَ المَهاد	Kinorhyncha 112	مُتَحَرِّكات الخُرطوم
Hypotonic 99	نَاقِص التَوَتَر		
Ileum 66, 67	اللِغائِفي	Labia (sing. labium) 89	أَشْفار
Ilium 51	حَرْفَة	Labia majora 89	شُفْران كَبِيران
Imago 49	حَشْرَة بَالِغَة / البَالِغَة	Labia minora 89	شُفْران صَغِيران
Implantation 91	إِنزِراع	Labour 91	المَخاض
Incisors(s) 56, 57	قَاطِط / قَواطِط	Labrum 43	شَفَة علَيَا
Incomplete dominance 97	سَيَادَة غَيْر كَامِلَة	Lachrymal canals 85	أَقْنِيَّة دَمْعِيَّة
Incomplete metamorphosis 49	تَحول شَكلي غَيْر كَامِل	Lachrymal ducts 85	مِجَار دَمْعِيَّة
Incus 86	سِنْدان	Lachrymal glands 85	غَدَد دَمْعِيَّة
Indehiscent 32	ثَمَرَة مَطْبِقَة	Lactase 108	اَلكَتاز
Inferior articular processes 50	وَصَلات مُفَصِّلِيَّة سَفلِيَّة	Lactals 65, 66	وَعاء لَبَنِي
Inferior mesenteric artery 61	شَرِيان مَساريقي سَفلِي	Lactic acid 104	حَمض الالَاكْتِيك
Inferior mesenteric vein 61	وَرِيد مَساريقي سَفلِي	Lactogenic hormone 106	هَرِمون لَاكْتوجِينِي
Inferior vena cava 61, 62, 63	وَرِيد أَجوف سَفلِي	Lactose 108	لَاكْتوز
Inflorescence 31	نَوْرَة	Lamellae (sing. lamella) 53	طَبَقات صَفِيحِيَّة
Infraclass 110 (1)	صَفِيحَات	Lamellibranchiata 112	صَفِيحِيَّات الخِياشِيم
Infundibulum 89	قَع	Lamellibranchs 112	صَفِيحِيَّات الخِياشِيم
Ingestion 66 (1)	عَمَلِيَّة المَضغ	Lamina 20 (1)	صَفِيحَة
Inhalant siphon 37	مَمص إِدخال	Large intestine 66, 67	مَعَى غَلِيظ
Inheritance 98 (1)	وَراثَة	Larva (pl. larvae) 49	بِرْقَة (بِرَقَات)
Inhibiting factors 106	عَوامل كَاثِبَة / مُنْبِطَة	Larynx 47, 70	حَنجَرَة
Inner ear 86, 87	أَذن دَاخِلِيَّة	Lateral 16	جَانِبِي
Insecta 112	الحَشَرَات	Lateral incisors 57	قَواطِط جَانِبِيَّة
Insectivores 114	الحَشَرَات	Lateral lines 46	خَطوط جَانِبِيَّة
Inspiration 71	شَهيق	Lateral roots 17	جُذور جَانِبِيَّة
Insulin 105, 106	إِنْسولين	Law of independent assortment 98	قانون الاتِساَق المُستَقِل
Integumentary system 82 (1)	جِهاز إِهَابِي	Law of segregation 98	قانون التَفَرُّق
Integuments 30, 33	أَغْشِيَّة	Leaflets 20 (1) 22 (1)	وَرِيقَات
Intercostal muscles 71	عَضَلات وَرْبِيَّة	Leaf scar 21	نَدْبَة الوَرَقَة
Internal environment 105	بَينَة دَاخِلِيَّة	Leaf trace 21	أَصْل الوَرَقَة
Internal fertilization 48	إِخصاب - تَلْفِيح دَاخِلِي	Leaves 20-22	أوراق
Internal gills 45	خِياشِيم دَاخِلِيَّة	Lecithin 109	لِيسِثِين
Internal jugular veins 62	أَوْدَة وَداجِيَّة دَاخِلِيَّة	Legume 34	بَقولِيَّات
Internal urinary sphincter 72	مَصْرَة بُولِيَّة دَاخِلِيَّة	Leguminous plants 7	نَبات بَتَوِي
Internode 18	أَنْوَدَة	Lens 84	عَدْسَة
Interphase 13, 95	طَوَر بَينِي	Lenticels 19	عَدِيسَات
Interstitial cells 88	خَلَايا خَلالِيَّة	Leucoplasts 12	جَمِيلات الكَرِبَات البَيضَاء
Intestinal glands 68	غَدَد مَعَوِيَّة	Lichens 114	أَشْجانات
Intestinal juice 107	عَصارة مَعَوِيَّة	Life cycle 8 (1)	دَوْرَة الحَيَاة (دَوْدَة حَيَوِيَّة)
Intrinsic eye muscles 84	عَضَلات العَين الدَاخِلِيَّة	Ligament(s) 52	رِباط (أَرِبْطَة)
Invertebral discs 50, 51	أَسْطوانات لا فِقارِيَّة	Lignin 15	لِغْنِين
Invertebral foramen 51	ثَقْبَة لا فِقارِيَّة	Lingual 79	لِسانِي
Invertebrates 113	لا فِقارِيَّات	Lingual tonsil 65	لَوْرَة لِسانِيَّة
Involuntary actions 81	الْعَمال لا إِرادِيَّة	Lipases 108 (1)	لِيباز (ات)
Involuntary muscles 54 (1)	عَضَلات لا إِرادِيَّة	Lipped flower 31	زَهْرَة شَهْبِيَّة
Iris 84	قُرْجِيَّة	Lithophytes 114	نَباتات صَخْرِيَّة
Ischium 51	وَرَك	Littoral 114	سَاطِئِي
Islets of Langerhans 68	جُزء لِغَرهائِسن	Liver 61, 66 (1), 68	كَبِد
Isotonic 99	مُتساوِي التَوَتَر (مُتساوِي ضَغط التَنَاضُج)		

Lobe(s) 22
Locomotion 40 (1)
Locus 97
Long-day plants 23
Loop of Henlé 73
Lower animal 36 (1)
Lower motor neuron 80, 81
Lumbar vertebrae 51
Lung books 61, 70
Lungs 61, 70
Luteinizing hormone 5, 106
Lycopodiales/Lycophyta 111
Lymph 65
Lymphatic system 65
Lymph capillaries 65
Lymph glands 65
Lymph nodes 65
Lymphocytes 58
Lymphoid organs 65
Lymphoid tissue 65
Lymph vessels 65
Lysosomes 11

فص (فصوص)
تحرك مُتتابع
موضع
نباتات النهار الطويل
عروة هنلي
حيوانات متدنية
عصبون محرك سطحي
فقرات قطنية
كتب رئوية
رئتان
هرمون مصفر
أرجل الذنب
لف
جهاز لمفاوي
شعيرات لمفية
غدد لمفية
عقد لمفية
خلايا لمفية
اعضاء لمفاوية
نسيج لمفاوي
أوعية لمفية
أجسام حالة

Macrohabitat 4
Macrophages 58
Macula (pl. maculae) 87
Macula lutea 85
Maggot 49
Male nuclei 30
Malleus 86
Malpighian corpuscles 72
Malpighian layer 82
Maltase 108
Maltose 108
Mammalia/Mammals 41, 43, 113
Mammalian glands 90, 101
Mandible(s) 39, 43, 50, 51
Mantle 37, 39
Mantle cavity 37
Mantle siphon 37
Maquis 4
Margin 20, 22
Marsupium 113
Mastigophora 112
Matrix 52
Maxillae (sing. maxilla) 43, 50
Median/Medial 41
Median fins 41
Medulla oblongata 75
Medullary cavities 53
Meiosis 94
Meiotic division 94, 95
Meissner's corpuscles 82
Melanin 83
Membranous labyrinth 86
Mendel's laws 98
Meninges (sing. meninx) 75
Menopause 90
Menstrual cycle 90, 107
Menstruation 90

مسكن كبير / موطن واسع
بلعيمات كبيرة
بقعة
بقعة صفراء
دودة
أنوية ذكرية
مطرقة
جسيمات مليغية
طبقة مليغية
مالتانز
مالنوز
نذيبات
غدد نذيبية
فكان سقليان
رداء
لفوة ردائية
معض رداثي
غيل
حرف الورقة
جراب جلدي
حاملات السياط
قالب / قالبية
فكان علويان
متوسطة
زعانف متوسطة
نخاع مستطيل
فجوات نخاعية
انقسام خلوي
انقسام متصفي
جسيمات ميسنر
ميلانين
تبه غشائي
قوانين مندل
اغشية دماغية
سن اليأس
دورة شهرية
العادة الشهرية

Meristem 16
Merostomata 112
Mesenteries 66
Mesocarp 34 (1)
Mesophyll 20
Mesophytes 114
Messenger RNA
Metabolic rate 102
Metabolism 102
Metacarpals 15
Metacarpus 51
Metameres 36
Metamorphosis 49
Metaphase 13, 94
Metatarsals 51
Metatheria 113
Metazoa 112
Microhabitat 5
Microphyle 30, 33
Microspora 112
Microtubules 12
Midbrain 74, 75
Middle ear 86
Middle lamella 13
Midrib 20
Migration 9
Mimicry 9
Minerals 101
Mitochondria 11, 12
Mitosis 12
Mitral valve 63
Mixed nerves 78
Molars 42, 57
Mollusca/Mollusca 112
Monera 111
Monocotyledons 33
Monocytes 58
Monoecious 28 (1)
Monogenoidea/Monogenea 112
Monoplacophora 112
Monosaccharides 109
Morula 93
Mosaic image 47
Mosses 83, 111
Motor areas 74, 75
Motor end-plate 55
Motor neurons 78
Motor neuron(s) 77, 80
Multicellular 10 (1)
Musci 111
Muscle(s) 54-55
Muscle fibres 54
Muscle spindle 55
Mycelium 92, 110
Myelin 75, 10
Myosin 54
Myriapoda/Myriapoda 113
Myxini 113
Myxomycophyta/
Myxomycota 110

نسيج قسوم
فخذيات الفم (مفصليات الأرجل)
صفاقات
جزء لحمي / غلاف متوسط
نسيج وسطي
نباتات الرطوبة المعتدلة
رنا رسول. (جسيمات ريبية)
سرعة استقلابية
استقلاب
عظام الكف أو مشط اليد أو السنح
السنح
قسامات
تحول شكلي
طور تال
عظام القدم
البهيميات التوالي
الحيوانات التوالي
مسكن صغير
بوب
البوغيات الدقيقة
أنبيبات
دماغ أوسط
أذن وسطي
رقبية وسطي
ضلع متوسط
هجرة
مشاكهة
معادن (أملاح معدنية)
جسيمات خيطية
انقسام خلوي خيطي
صمام أديني - بطين أيسر
أعصاب مختلطة
أرجاء
الرخويات
المملكة الفرادية
ذوات الفلقة الواحدة
كريات أحادية النواة
نباتات مزدوجة الجنس
وحيات النسل
أحاديات الصفيحية
أحاديات السكريد
توبقة
صورة فسيفسائية
الحزازيات
مناطق محرك
لوحة طرفية محرك
أعصاب محرك
عصبونات محرك
متعدد الخلايا
الحزازيات
عضلة (عضلات)
الباف عضلية
مغزل عضلي
حبكة خيوط فطرية / مشبكة
نخاعين
ميوزين
كثيرات الأرجل
البوريات
الفطريات المخاطية النباتية

Nasal 79
Nasal cavities 66, 79
Nasolachrymal duct 85
Natural selection 9
Nectar 28
Nectaries 28
Needles 111
Negative feedback 105
Negative tropism 23
Nekton 114
Nematocyst 42
Nematoda 112
Nematomorpha 112
Nemertea 112
Nephridia 37, 45
Nephridiopore 37, 45
Nephrons 72
Nerve(s) 78
Nerve fibres 78
Neural canal 50
Neural pathways 78, 80, 81
Neuroglia 75
Neurons(s) 74
Neurotransmitters 77, 109
Niacin 109
Nitrate bacteria 7
Nitrates 7
Nitrifying bacteria 7
Nitrates 7
Nitrogen base 96
Nitrogen cycle 7
Nitrogen fixation 7
Nocturnal 114
Node of Ranvier 76
Noradrenalin/
Norepinephrine 106
Nose 79
Notochord 113
Nuclear membrane 10
Nucleic acids 96
Nucleoli 11, 12
Nucleoplasm 10
Nucleotides 96
Nucleus (pl. nuclei) 10
Nuda 112
Nut 34
Nutrients 100 (1)
Nymph 49

Oblique muscles 85
Oesophagus 66, 67
Oestrogen 108, 107
Olfactory bulb 79
Olfactory cells 79
Olfactory hairs 79
Olfactory sensations 79
Omasum 43
Ommatidia 47
Omnivores 6
Onychophora 112

أنفي / منخري
تجويفات أنفية
مجرى أنفي - دمعي
انتخاب طبيعي
رحيق
مفتريات
إبر
تغذية مرتدة سلبية
انتحاء سلبي
نكتون
خيط
الخيطيات
خيطيات الشكل
النيميرتات
كلىوات
ثقب الكلىوة
وحدات كلوية
عصب (أعصاب)
الياف عصبية
قناة عصبية
مسالك عصبية
دبق عصبي
عصبونات
مادة عصبية ناقلة
نياسين
بكتيريا نيتراية
نيترات
بكتيريا آزوتية
نيتريتات
قاعدة آزوتية
دورة الأزوت
تثبيت الأزوت
ليليات
عقدة رانفير

نورادرينالين / نورإبينفرين
أنف
جبل ظهري
غشاء نووي
حموض نووية
نويات
بلازما نووية
نيوكليوتيدات
نواة
العاريات
جوزة
مواد غذائية
حوراء

عضلات مائلة
مريء
أوستروجين
بصلة شمعية
خلايا شمعية
شعيرات شمعية
إحساسات شمعية
ذات التلافيف
عينات
قوارير
حاملات المخالب

Ootid 95
Ophiuroidea 113
Optic 85
Optic nerve 84, 85
Oral cavity 66 (pharynx) 79
Oral groove 40
Orbit 50, 84 (1) 85
Orders 110 (1)
Organ 10 (1)
Organelles 11-12
Organism 10 (1)
Organ of Corti 86, 87
Osmosis 99
Osmotic pressure 99
Ossicles 86
Ossification 53
Osteoblasts 52
Osteocytes 52
Otoliths 87
Outer ear 86
Oval window 86
Ovarian cycle 90
Ovarian follicles 89, 107
Ovarian ligaments 89
Ovaries 29, 89
Oviduct 49
Oviparous 48
Ovipositor 49
Ovulation 89
Ovules 29, 30
Oxidation 104
Oxygenated 62
Oxygen debt 104
Oxytocin 106

بيضة
نجوم البحر الشعابانية
بصري
عصب بصري
تجويف فموي
متراب فموي
حجاج
رتب
عضو
عضيات
عضوية
عضو كورثي
تناضح
ضغط تناضحي
عظلمات
عملية تعظم
جذعات عظمية
خلايا عظمية
حصنات
اذن خارجية
نافذة بيضبة
دورة مبيضة
جريبات مبيضة
أربطة مبيضة
مبايض
بوق / قناة المبيض
بيوضة (بيوض)
أشرة
إباضة
بذيرات
أكسدة
مؤكسج
قصور أكسجيني
أوكسينوسين

Pacinian corpuscles 83
Pain receptors 83
Paired fins 41
Palate 66, 79
Palatine tonsils 65
Palisade cells 20
Palisade layer 20
Palmate 22
Palps 48
Pancreas 68, 69
Pancreatic amylase 108
Pancreatic duct 68
Pancreatic juice 108
Pancreatic lipase 108
Pancreatic vein 61
Pantothenic acid 109
Papillae (sing. papilla) 79
Paramecium 40, 45
Parapodia (sing. parapodium) 40
Parasites 114
Parasymphathetic division 80
Parathormone/Parathyrin
Parathyroid glands 69, 107
Parathyroid hormone 106
Parenchyma 15

جسيمات باتشيني
مستقبلات الألم
زعانف مزدوجة (زوجية)
حنك
لوزة الحنك
خلايا عمادية
طبقة عمادية
راحية
محسبات
بنكرياس
أميلاز بنكرياس
قناة بنكرياسية
عصارة بنكرياسية
ليپاز بنكرياسي
وريد بنكرياسي
محض البانتونيك
حليمات
باراميسيوم
قديمات
طفليات
قسم نظير ودي
باراثيرين
غدتان مجاورتا الدرقيتين
هرمون مجاور درقي
الملحمة

Parent cell 12	خلية والدية	Pia mater 75	الام الجافية
Parotid glands 68	غدد نكفية	Pigments 27	خضاب
Parturition 91	وضع	Piliferous layer 16, 17	طبقة وبرية
Passage cells 15	خلايا مرآت	Pineal gland/body 69	غدة صنوبرية / جسم صنوبري
Patella 51, 52, 53	رضفة / عظمة الركبة	Pinion 39	مفصل جناحي
Pathogenic 110	مسبب للأمراض	Pinnate 22	ريشية
Paupoda 112	قليات الأرجل	Pinocytosis 99	احتشاء خلوي
Pea flower 31	زهرة بسلية / زهرة بازلاء	Pioneer community 5	مجتمع طليعي / بدئي
Pectoral fins 41	زعانف صدرية	Pisces 113	السمك
Pectoralis major 41	صدرية كبرى	Pistillate 28 (1)	مدقية
Pectoralis minor 41	صدرية صغرى	Pith 15	لب
Pedicles 50	سويقات	Pituitary gland/body 69, 75	غدة / جسم نخامي
Peduncle 28	سويقة / زند	Pivot Joint 50	مفصل محوري
Pelagic 114	بحري - محيطي	Placenta 29, 91	مشيمة / سخذ
Pelvic fins 41	زعانف حوضية	Plantigrade 41	أخصمي المشية
Pelvis 51	حوض	Plant Kingdom 110-111	عالم النبات
Penis 88, 91	قضيب	Plasma 58	بلازما
Pepsin 108	بيبسين	Plasmolysis 25	انحلال السيتوبلازما
Pepsinogen 108	بيبسينوجين	Platelets 58	جبيلات
Peptide links 100	روابط ببتيدية	Platyhelminthes 112, 113	صفائح دموية
Perennials 8	نباتات معمرة / معمرات	Pleura 70	غشاء الجنب
Perfoliate 22	منقوبة	Plumage 39	الغطاء الريشي
Perianth 28	كم	Poikilothermic	متغير الحرارة
Pericardial cavity 62 (1)	تجويف تاموري	Pollen 28	غبار الطلع (اسدية)
Pericardial fluid 62 (1)	مانع أو سائل تاموري	Pollen sacs 28	كبسا الطلع
Pericardial sac 62 (1)	كبس تاموري	Pollen tube 30	أنبوب طلعي
Pericardium 62 (1)	تامور	Pollination 30	تأبير - تلقيح
Pericarp 34 (1)	غلاف خارجي	Polypeptides 100	متعددات الببتيد
Periderm 19	أدمة محيطية	Polysaccharides 109	متعددات السكريد
Perigynous flower 29	زهرة محيطية	Pome 34	تفاحية
Perilymph 86	لف محيطي	Pons/ Pons Varolii 74, 75	جسر / جسر فارولي
Perimysium 54	لفافة العضلة	Porifera 112	الإسفنجيات
Perineurium 78	غلاف حول عصبي	Positive tropism 23 (1)	انتحاء إيجابي
Periodontal ligament 56	رباط محيط بالسن	Posterior cavity 84	حجرة زجاجية
Periosteum 52	سحقاق	Posterior lobe 69	فص خلفي
Peripheral nervous system 78	جهاز عصبي محيطي	Postganglionic motor neuron 81	عصبون محرك بعد عقدي
Peristalsis 67	نحو / تمفج	Predators 114	حيوانات مفترسة
Peritoneum 37, 66	صفاق	Preganglionic motor neuron 81	عصبون محرك قبل عقدي
Perivisceral cavity 37	جوف الجسم الرئيسي	Pregnancy 91	حمل
Permanent dentition 56 (1)	تسنن دائم	Premolars 42, 57	نواجذ
Permanent teeth 56 (1)	أسنان دائمة	Preoptic area 105	منطقة ميزان الحرارة
Petals 28	بتلات / تويجات	Prey 114	مفترسات
Petiole 20	زند	Priapulida 112	القضيبيات
Phaeophyta 110	الطحالب البنية	Primary auditory area 75	منطقة سمعية أولية
Phagocytosis 40	بلعمة	Primary bronchi 70, 71	شعبة أولية
Phalanges (sing. phalanx) 51	سلاميات	Primary bud 33	برعم أولي
Pharyngeal tonsil 65	لوزة غذائية	Primary consumers 6	كائنات مستهلكة أولية
Pharynx 66	بلعوم	Primary feathers 39	الريش الأولى
Phellem 19	نخج	Primary gustatory area 75	منطقة ذوقية أولية
Phenotypes 97	أنماط ظاهرية	Primary olfactory area 75	منطقة شمعية أولية
Pheromone 47	فيرمون	Primary phloem 14	لحاء أولي
Phloem 14, 15	لحاء	Primary root 17, 33	جذر أولي
Phosphate groups 96, 105	مجموعات فوسفاتية	Primary sex characters 90	صفات جنسية أولية
Photoperiodism 23	تجاوب ضوئي	Primary tissue 14	نسج أولي
Photoperiods 23	فترات ضوئية (ليل/نهار)	Primary visual area 75	منطقة بصرية أولية
Photoreceptors 85	مستقبلات ضوئية	Primary xylem 14	كيسم أولي
Photosynthesis 26-27	تخليق ضوئي	Proboscis 42, 112	خرطوم
Phototropism 23	انتحاء ضوئي	Procarboxypeptidase 108	بروكربوكسي ببتيداز
Phycocyanin 110	فيسوسيانين	Producers 6	كائنات منتجة
Phyla (sing. Phylum) 110 (1)	شعب (شعبة)	Progesterone 90, 106	بروجسترون
Phytohormones 106	هرمونات نباتية		
Phytoplankton 114	عوالق نباتية		

Prokaryota 111 طلبيعات النواة
 Prokaryotic 111 لا نووية
 Propagation 35 إكثار
 Prop roots 17 جذور داعمة
 Prostate gland 88 غدة البروستات
 Protective adaptations 9 تكيفات دفاعية
 Proteinases 108 (1) بروتيناز (ات)
 Proteins 100, 101, 108, 109 بروتينات
 Prothrombin 59, 100 بروثرومين
 Protista 111 مملكة الأوليات
 Protochordata/ Protochordates 113 الحبلليات الأولية
 Protonema 93 نميص
 Protonephridia 45 كليوات أولية
 Protoplasm 10 بروتوبلازما
 Prototheria 113 البهيميات الأولية
 Protozoa 111 الحيوانات الأولية
 Proximal 73 قرب جذري (قريبة)
 Proximal convoluted tubule 73 قنية ملتفة قريبة
 Pseudopodium 40 رجل كاذبة
 Pseudotracheae 42 قصبات كاذبة
 Psilophyta/ Psilotales 111 الجرداء / النباتات الجرداوات
 Pteridophyta/ Pteridophytes 111 اللازهريات الوعائية
 Pterophyta 111 اللازهريات الوعائية
 Puberty 90, 107 بلوغ
 Pubic hair 90 شعر العانة
 Pubis 51 العانة
 Pulmonary 63 رئوي
 Pulmonary arteries 62, 63 شرايين رئوية
 Pulmonary trunk 62, 63 جذع رئوي
 Pulmonary valve 63 صمام رئوي
 Pulmonary veins 62, 63 أوردة رئوية
 Pulp 56 لب
 Pulp cavity 58 حجرة اللب
 Pupa (pl. pupae) 49 خادرة
 Pupii بؤبؤ
 Pycnogonida 112 عنكابت البحر
 Pyloric sphincter/ valve 66, 67 مصرة بؤابية / صمام او دسام
 Pyramid of biomass 6 هرم الكتلة الحيوية
 Pyramid of numbers 6 هرم الأعداد
 Pyridoxine 109 بيروكسين
 Pyrrophyta 110 قسم الطحالب السمرء
 Pyruvic acid 104 حمض البيروكليك

Radial symmetry 36 تناظر شعاعي
 Radicle 33 جذير
 Radius 51, 54 كعبرة
 Radula 42 مفتاح
 Raptors 114 جوارح
 Ray(s) 41 شعاع / شعاعات
 Ray florets 31 زهيرات شعاعية
 Receptacle 28 كرسي
 Receptors 77, 79 مستقبلات
 Recessive 97 متنحية
 Rectrices (sing. rectrix) 39 رفلات
 Rectum 66, 67 المستقيم
 Rectus muscles 85 عضلتان مستقيمتان
 Red blood cells/ corpuscles 58 كريات الدم الحمراء / جسيمات
 Red marrow 53 نخاع احمر

Reflex actions 81
 Reflex arc 81
 Refraction 84
 Regulating factors 106
 Releasing factor(s)
 Remiges (sing. remix) 39
 Renal 72
 Renal arteries 61, 72
 Renal corpuscles 72, 73
 Renal veins 61, 72
 Rennin 108
 Reproductive system 88, 89
 Reptilia/ Reptiles 38, 113
 Respiration 104
 Respiratory centre 71, 75
 Respiratory enzymes 103
 Respiratory system 70, 71
 Reticulum 43
 Retina 85
 Rhabdom 47
 Rhesus antigen 59
 Rhesus factor 59
 Rhesus negative 59
 Rhesus positive 59
 Rhizoids 110
 Rhizome 35
 Rhizopoda 113
 Rhodophyta 110
 Rhodopsin 109
 Rib cage 50, 51
 Riboflavin 109
 Ribose 96
 Ribosomal RNA 11
 Ribosomes 11
 Right lymphatic duct 64, 65
 RNA 11, 96
 Rods 85
 Root canals 56
 Root cap 16, 17
 Root hair(s) 16, 17
 Root nodules 7
 Root pressure 24
 Rosette 22
 Rotifera/ Rotatoria 112
 Roupage 101
 Rough ER 11
 Round window 86
 Rumen 43
 Ruminants 43
 Rumination 43

Saccharase 108
 Saccule/ Sacculus 86, 87
 Sacral vertebrae 51
 Sacrum 51
 Saliva 108
 Salivary amylase 108
 Salivary glands 68
 Samara 34
 Saprophytes 114

افعال منعكسة
 قوس منعكس
 انكسار
 عوامل ضابطة
 عامل منبه / عوامل منبهة
 ريش الطيران
 كلوي
 شرايين كلوية
 جسيمات كلوية
 أوردة كلوية
 ريفين
 جهاز تناسلي
 الزواحف
 تنفس
 مركز التنفس (مركز تنفسي)
 انزيمات تنفسية
 جهاز التنفس
 إنقعة
 شبكية
 حزمة عضوية
 مولد الضد ريزوس
 عامل ريزوس
 ريزوس سلبي
 ريزوس ايجابي
 اشباه الجذور
 جذمور
 جذريات الأرجل
 الطحالب الحمراء
 رودوبسين
 قفص صدري
 ريبوفلافين
 ريبوز
 رنا ريبوزومي
 جسيمات ريبية / ريبوزومات
 قناة لمفاوية يمني
 حمض نووي ريبوي
 عصيات
 اقنية جذرية
 قلنسوة الجذر
 شعيرة (شعيرات) جذرية
 عقيدات جذرية
 ضغط الجذر
 وريدة
 الدورات
 خشائن
 شبكة داخلية بلازمية صلبة
 نافذة دائرية
 كرش
 طعام مجتر (مجترات)
 اجترار

السكراز
 كيس
 فقرات عجزية
 عجز
 لعاب
 اميلاز لعابي
 غدد لعابية
 جناحية
 نباتات رمية

Sapwood 19	خشب النسغ	Sieve plates 15	رقبيقات منخلية
Sarcodina 112	الحميات. (الأواليات)	Sieve tubes 15	أنابيب منخلية
Sarcolemma 54	غلاف الليف العضلي	Silk gland	أوراق بسيطة
Savannah 4	سافانا	Simple leaves 20 (1)	غدة حريرية
Scala tympani 86	سلم طبلي	Sinus(es) 79	فجوة / فجوات هوائية
Scala vestibuli 86	سلم دهليزي	Siphon 44	مصص
Scale(s) 38, 111	حراشف / حراشفة	Skeletal muscles 55, 80	عضلات هيكلية
Scale leaves 34	أوراق بصلية	Skeleton 50-51	هيكل
Scaphopoda 112	زورقيات الأرجل	Skin 38 (1) 82-83	جلد
Scapula 51, 54	لوح الكتف	Small intestine 66, 67	معى دقيق
Scavengers 114	القمامة	Smooth ER 11	شبكة بلازمية داخلية طرية
Schizophyta/Schizomycophyta 110	النباتات المنشطرة	Smooth muscles 55	عضلة ملساء
Schwann cells 76	خلايا شوان	Social 114	اجتماعي
Scion 35	عسلج	Soft palate 66, 79	لهاة
Sclera 84	الصلبة / بياض العين	Solute 99 (1)	ذائب
Sclerites 38	صفائح صلبة	Solutions 99 (1)	محاليل
Sclerospongiae 112	الاستنجات المتصلبة	Solvent 99 (1)	مذيب
Sclerotin 38	سكليتوتين	Somatic afferent system 79	جهاز حشوي وارد
Scrotum 88	صلن	Somatic efferent system 80	جهاز حشوي صادر
Sebaceous glands 82	غدد دهنية	Specialization 9	تخصص
Secondary bronchi 70, 71	شعب ثانوية	Species 110 (1)	الأنواع (النوع)
Secondary consumers 6	كائنات مستهلكة ثانوية	Sperm 48, 88, 91	مني
Secondary cortex 19	قشرة ثانوية	Spermatheca 49	كيس النطف
Secondary phloem 18	لحاء ثانوي	Spermatids 95	أرومات النطفة
Secondary sex characters 90	خصائص جنسية ثانوية	Spermatophyta 111	النباتات النطفية
Secondary tissue 18 (1)	نسيج ثانوي	Sperm ducts 88	القنية المني / اقنية منوية
Secondary xylem 18	كيسم ثانوي	Sphenophyta 111	الاسفينيات
Second meiotic division 94, 95	انقسام خلوي منصف ثان	Sphincter 66	مصرة
Second order sensory neuron 78	عصبون حسي من المرتبة الثانية	Sphincter of Oddi 69, 107	مصرة اودي
Second polar body 95	جسم قطبي ثان	Spinal cord 74	نخاع شوكي
Secretin 106	سيكريتين	Spinal nerves 74	اعصاب شوكية
Sedentary 114	المقيمة	Spinal reflexes 81	منعكسات شوكية
Seedling 32	بادرة	Spindle 13	مغزل
Seeds 32-33	بذور	Spindle fibres 13	اللياف المغزل
Segmentation 36	تشدف	Spine	شوكي
Segments 36	شدف	Spinous process 50	نتوء شوكي
Self pollination 31	تأبير ذاتي	Spiracle 44	منففس
Semen 91	مني	Spiral 22	لولبي / لولبية
Semicircular canals 86, 87	قنوات نصف دائرية	Spleen 65	طحال
Semicircular ducts 86, 87	اقنية نصف دائرية	Splenic artery 61	شريان طحالي
Semilunar valves 63	اصمة هلالية	Splenic vein 61	وريد طحالي
Seminal fluid 91	سائل منوي	Spongy bone 52, 53	عظم اسفنجي
Seminal vesicles 88	حوصلات منوية	Spongy cells 20	خلايا اسفنجية
Seminiferous tubules 88	قنيتان منويتان	Spongy layer 20	طبقة اسفنجية
Semipermeable 99	نصف نفوذ	Sporangium 92, 93	كيس الأبواغ
Sense organs 79	اعضاء الحواس (الحس)	Spores 92	ابواغ
Sensory areas 74, 75	مناطق حسية	Sporophyte 93	نبات بوغي
Sensory nerves 78	اعصاب حسية	Sporozoa 112	الحيوانات البوغية
Sensory neuron(s) 77	عصبون	Sporulation 92	تبوغ
Sepals 28	سيلات	Spring wood 18	خشب الربيع
Serrate 22	منشارية	Spurred flower 31	زهرة مهمازية
Serum 59	مصل	Spurs 31	مهاميز
Sessile 20, 114	لاطيء (لاطئة)	Stamens 28	اسدية
Sex chromosomes 97, 98	صبغيات جنسية	Staminate 28 (1)	سدائنية
Sex hormones 69, 106	هرمونات جنسية	Standard 31	بثلة معايرة
Sex linkage 98	ارتباط جنسي	Stapes 86	عظم ركابي
Sex-linked genes 98	مورثات مرتبطة / مترابطة جنسياً	Starch 101, 108	نشاء
Sexual reproduction 92	تناسل - تكاثر جنسي	Statocysts 46	اكياس التوازن
Shoot 16	رشد	Statoliths 46	حصى التوازن
Short-day plants 23	نباتات النهار القصير	Stensen's duct 68	قناة ستنسن
		Sternum 41, 51	عظمة الصدر/ قص
		STH 106	هرمون STH

Stipule 21	اذنة	Target organs 106	اعضاء هدفية
Stock 35	الطعوم	Tarsals 51	عظام رضية
Stolon 35	رند	Tarsus 51	رصغ / مجموعة الرصغ
Stomach 86, 87	معدة	Taste buds 79	براعم ذوقية
Stomata (sing. stoma) 21	ثغرات	Taxonomy 110 (1)	تصنيف / علم التصنيف
Strata 82	طبقات	TCT 108	هرمون TCT
Stratum basale 82	طبقة سفلى	Tectorial membrane 86, 87	غشاء ساتر
Stratum corneum 82	طبقة قرنية	Teeth 56-57	اسنان
Stratum germinativum 82	طبقة منشئة	Telophase 13,95	الطور النهائي
Stratum granulosum 82	طبقة حبيبية	Telson 48	قذ / عجز
Stratum spinosum 82	طبقة علوية	Temperate grassland 4	مروج معتدلة
Striated muscle 54	عضلة مخططة	Tendons 53	اوتار
Stridulation 47	صريف	Tendril 21	حوالق / حالق
Structural proteins 100	بروتينات بنيوية	Tentacles 42, 47	مجسّات
Style 29	قلم	Tentaculata 112	المجسّيات
Sub-classes 110 (1)	صفيفات	Terminal bronchioles 71	شعبيات طرفية
Subclavian arteries 61, 62	شريان تحت ترقوية	Terminal bud 18	برعم طرفي
Subclavian veins 61, 62, 66	أوردة تحت ترقوية	Ternate 22	ثلاثية
Subcutaneous 83	تحت جلدية	Territorial 114	حيوانات إقليمية
Subcutaneous layer 82, 83	طبقة تحت جلدية دهنية	Territory 114	إقليم / منطقة
Suberin 19	سوبرين	Tertiary bronchi 70, 71	شعب ثالث
Suberization 19	تفلس	Tertiary consumers 6	كائنات مستهلكة ثالثة
Sub-Kingdom 110 (1)	عويلم	Testa 33	غذقة
Sublingual glands 68	غدد تحت لسانية	Testes (sing. testis) Testicles 88, 90	خصية
Submandibular glands 68	غدد تحت فكية	Testosterone 106	تستوستيرون
Sub-phyla 110 (1)	شعنية	Tetrad 94	رباعية
Successional community 5	مجتمع متعاقب	Thalamus 75	مهاد
Sucrose 108	سكرز	Thallophyta 110	المشريات
Sucrose 108, 109	سكرور	Thallus 110	المشرة
Superior articular processes 50	قطع وصل مفصلية علوية	Theria 113	بهيميات
Superior mesenteric artery 61	شريان مساريقي علوي	Thiamine 109	ثيامين
Superior mesenteric vein 61	وريد مساريقي علوي	Third order sensory neuron 78	عصبون حسي من المرتبة الثالثة
Superior vena cava 82, 83	وريد اجوف علوي	Thoracic duct 64, 65	قناة صدرية
Suspensory ligament 84	رباط تعليق	Thoracic vertebrae 51	فقرات صدرية
Sutures 50	خطوط الدرر	Thorax 38	صدر
Sweat 83	عرق	Thrombin 59	ترومين
Sweat duct 83	قناة عرقية	Thromboplastin 59	ترومبوبلاستين
Sweat glands 83	غدد عرقية (العرق)	Thymine 96	ثيمين
Swim bladder 41	مخانة هوائية	Thymus glands 65	غدة التيموس / غدة صغترية
Symbionts 114	متعايشان	Thyroid gland 69, 107	غدة درقية
Symbiosis 114	عيش تكافلي	Thyroxine 106, 107	ثيروكسين
Sympathetic division 80	قسم ودي	Tibia 51, 52, 53	ظنوب
Synapses 77	مشابك عصبية	Tissue(s) 10 (1)	نسج (النسجة)
Synaptic cleft 77	هوة	Tissue fluid 64	مانع نسيجي. سائل نسيجي
Synaptic knob 77	مدورة مشبكية	Tongue 65, 79	لسان
Synovial fluid 53	مانع / سائل زليلي	Tonsil(s) 65	لوزة (لوز. لوزات)
Synovial joints 53	مفاصل زليلية	Trabeculae (sing. trabecula) 52, 53	حويجرات
Synovial membrane 53	غشاء زليلي	Trace elements 101	عناصر نادرة
Synovial 53	كس زليلي	Tracheae (sing. trachea) 44, 70	قصبات
Synthesis reactions 102	تفاعلات تخليقية / بنائية	Tracheoles 44	قصبات
Syrinx (pl. syringes) 47	مصفاة	Tracheophyta/ Tracheophytes 111	الوعائيات
System 10 (1)	نظام / منظومة	Trait 97	صفة / خصيصية / ميزة
Systole phase 63	طور الانقباض	Transfer RNA 11	الرنا المرسال
		Translocation 24 (1)	انتقال الغذاء
		Transpiration 24	النتح
		Transpiration stream 24	تيار النتح
		Transverse processes 50	قطع مستعرضة
		Trematoda/ Trematodes 113	المتقنات
		Triceps 54	عضلة ثلاثية الرؤوس
		Tricuspid valve 63	صمام ثلاثي الحدبات
		Trifoliate 22	الثلاثية (ورقة ثلاثية)
Tactile 78	لمسي		
Tagma (pl. tagmata) 36	قسامة		
Tannin 27	تانين		
Tap root 17	جذر ودي		
Target cells 106	خلايا هدفية		

Trophic level 6 مستوى التغذية (مستوى الطاقة)
Tropic hormones 69 هرمونات محفزة
Tropical forest 4 غابة المناطق الحارة (حيوم)
Tropism 23 (1) انحاء
Trypsin 108 تريپسين
Trypsinogen 108 تريپسينوجين
TSH 106 هرمون TSH
Tube feet 36 اقدام انبوبية
Tube nucleus 30 نواة انبوبية
Tuber 35 عسل
Tubular reabsorption 73 إعادة امتصاص انبوبية
Tubular secretion 73 توندرة انبوبية
Tundra (biome) 4 توندرة (حيوم)
Tubellaria 112 المهترات
Turgid 25 منتفخة
Turgor 25 الانتفاخ
Turgor pressure 25 ضغط الإكتناز
Tympanic organs/ Tympani 46 أعضاء طبليّة / الطبليات

Ulna 51, 54 زند
Umbelifer 31 الخيمية / الخيميات
Umbels 31 خيميات
Umbilical cord 91 الحبل السري
Unguligrade 41 حافزي المشية
Unicellular 10 (1) وحيدات الخلية
Uniramia 112 شبيهات الديدان
Univalves 112 ذوات المصراع الواحد
Upper motor neuron 80, 81 عصبون محرك فوقي
Uracil 96 يوراسيل
Urea 73 بولة
Ureters 72, 73, 88 حالب (حوالب، حالبان)
Urethra 72, 73, 68, 91 إحليل
Urethral orifice 73, 89 فوهة إحليلية
Urinary system 72-73 جهاز بولي
Urination 73 تبول
Urine 73 بول
Uriniferous tubules 73 نيببات بولية
Urochordata 113 حنيليات الذنب
Uropygial gland 39 غدة زمكية / دبرية
Uropygium 39 زمك
Uterus 89, 90 رحم
Utricle/ Utriculus 86, 87 قريبة

Vacuole(s) 10, 11 فجوة (فجوات)
Vagina 89, 91 مهبل
Vaginal orifice 89 فتحة المهبل
Valve(s) 63 صمام
Vane 39 مروحة الريشة
Vascular bundles 14 حزم وعائية
Vascular cylinder 18 اسطوانة مركزية (وعائية)
Vascular plants 14-15 نباتات وعائية
Vascular tissue 14 نسيج وعائي
Vater, ampulla of 69 خبابة Vater
Vein(s) 69, 61 وريد (اوردة)
Pulmonary 62, 63 رئوي
Venation 20 تعرق
Venous system 60 جهاز وريدي
Ventilation 70 (1) تهوية
Ventral 41 بطني / بطنية

Ventral fin 41 زعنفة بطنية
Ventral root 74 جذر بطني
Ventricles 62, 76 بطنيات
Venules 60 (Veins) وريدات
Vertebrae (sing. vertebra) 50, 51, 74 فقرات (فقرة)
Vertebral column 50, 51 عمود فقري
Vertebral foramen 50 ثقبية فقرية
Vestibule 86 دهليز
Vestigial 67 الرئي
Vibrissae (sing. vibrissa) 47 خطارات
Villi (sing. villus) 67 زغابات
Viscera 50 (1) احشاء
Visceral afferent system 79 جهاز حشوي صادر
Visceral muscles 55 عضلات حشوية
Visual 85 بصري
Visual association area 75 منطقة الترابط البصري
Vitamin A 109 فيتامين A
Vitamin B complex 109 فيتامين B
Vitamin C 109 فيتامين C
Vitamin D 82 (1), 109 فيتامين D
Vitamin E 109 فيتامين E
Vitamin K 109 فيتامين K
Vitreous humour 84 خلط زجاجي
Viviparous 48 ولودة
Vocal cords 70 اوتار صوتية
Volkman's canals 53 القناة فولكمان
Voluntary actions 80 افعال إرادية
Voluntary muscles 54 (1) 55 عضلات إرادية
Vulva 89 فرج

Wall pressure 25 ضغط الجدار
Wandering macrophages 58 بلعمات كبيرة جوالّة
Whalebone 42 العظمة الحوتية / البلين
Wharton's duct 68 قناة وارثون
White blood cells/ corpuscles 58 خلايا الدم البيضاء / جسيمات
White matter 75 المادة البيضاء
Wilting 25 ذبول
Wing petals 31 بتلات جناحيان
Wisdom teeth 57 فرس العقل
Wood 18 خشب
Woody perennials 8 نباتات معمرة خشبية
Woody plant 18 (1) نبات خشبي

Xanthophyll 27 بصفر
Xanthophyta 110 الطحالب الصفراء
X chromosomes 97 الصبغيات X
Xerophytes 114 نباتات جفافية (صحراوية)
Xylem 14, 15, 18 كيسم

Y chromosomes 97 صبغيات Y
Yellow marrow 53 نخاع أصفر
Yolk 48 مخ
Yolk sac 48 كيس محي

Zona pellucida 91 منطقة شفافة
Zone of elongation 16, 17 منطقة الاستطالة
Zooplankton 114 عوالق حيوانية
Zygomorph 36 تناظر زيجي (تناظر ثنائي الجانب)
Zygote 30, 91, 93 زيج

المعاجم العلمية المصورة

هذه المعاجم ليست مجرد كتب
في معاني المفردات العلمية فحسب، وإنما هي مراجع،
كثيفة الصور والرسوم، للمصطلحات والمفاهيم الرئيسية في المواضيع
التي تعالجها. وقد رُتب كل كتاب فيها حسب الموضوعات بحيث جرى
تفسير المصطلحات ضمن السياق الذي وردت فيه. كما جاءت التعريفات مدعومة
بالرسوم والصور للمساعدة على الفهم والاستيعاب.
وقد رُوِّد المعجم بفهرس (كشاف) شامل يسهل إيجاد
الكلمات الإنكليزية ومقابلاتها العربية.
أعدَّ هذه المعاجم نخبة من الإخصائيين، وبُذلت فيها عناية شديدة
لترتيب الكلمات بطريقة منطقية للقارئ والموضوع معاً. وكُتبت
التعريفات بلغة سهلة مبسطة وواضحة، وفُسِّرَت المصطلحات
التقنية حينما جرى استخدامها.

في هذه السلسلة:

- معجم البيولوجيا المصور
- معجم الفيزياء المصور
- معجم الكيمياء المصور



منتديات إقرأ الثقافي

للكتب (كوردس - عربي - فارسي)

www.iqra.ahlamontada.com

أكاديميا

بيروت - لبنان